Mathématiques colonne 6

書字方向

西山　豊

「ブーメランはなぜ戻ってくるのか？」を英語に翻訳すると

Why does a boomerang come back?

になるが，アラビア語では

لمـــاذا تعـود البومـــرنغ؟

となる．英語は左から右に書くが，アラビア語は右から左に書く．アラビア語，ヘブライ語，ペルシャ語などイスラム文化圏では文字の書き方が右から左に向かう．それだけでなく，すべての文字が左右反転している．疑問符は「?」でなく「؟」である．

文字を書き進める方向のことを書字（しょじ）方向という．書字方向は大きく分けて横書きと縦書きがある．横書きでも左から右に書く「左横書き」と，右から左に書く「右横書き」がある．さらに，右横書きの場合は文字自体が左右反転しているのが特徴である．フェニキア文字は右横書き専用であったが，ギリシャ文字は右横書きと左横書きを混用し，時には牛耕体といって行の折り返しごとに書字方向が逆になることも行われた．

縦書きは右から左に行が進む「右縦書き」と，左から右に行が進む「左縦書き」がある．日本語は右から左に行が進む右縦書きであるが，文字が反転しない型である．戦前の日本にみられた右横書きはアラビア語と同じかと思われるが，文字が左右反転していない型で，1行1文字の縦書きと見るべきであるとの見解がある．

横書きか縦書きか，左方向か右方向か，文字の左右反転か否かを分類すると

$$2 \times 2 \times 2 = 8 \text{（通り）}$$

の書字方向が考えられるが，すべてが存在するわけでもない．

モンゴル文字は特殊な書字方向である．まず縦書きである．これは中国の影響を受けている．しかし文字はイスラム文化の影響を受けたウィグル文字である．右横書きのアラビア語が90度だけ左回転（反時計回り）したようなものである．ここにはイスラム文明と中国文明が合流した痕跡がみられる．

文字の歴史は，メソポタミア文明のシュメール文字（紀元前3500年頃）が最古と言われ，粘土板に葦の尖筆を押し当ててくぼみをつけることによる楔形文字で，縦書きと横書きの両方が存在したようである．古代エジプトのヒエログリフ（聖刻文字，紀元前3000年頃）は「左横書き」と「右横書き」，「左縦書き」と「右縦書き」のすべてが存在し，文章の向きは人や動物の鼻の向きで決まっていた．この中でも右から左の右横書きが進化していく．

右横書き優位については次のような仮説がある．石工が左手に鑿（のみ），右手に鎚（つち）を持って聖刻文字を石盤に刻んだので，前に刻んだ文字が左手に隠れないようにするために右から左の方向へと進んだとするものだ．石工の右利きが理由である．この場合，文字が左右反転している理由もわかる．

日本語や中国語にみられる右縦書きの優位については次の説明がある．古代中国では竹簡または木簡を使い（紀元前1300年頃），その上に一行分の文字列を書き，上と下で綴じて巻いて保管した．これを読む時は左手で竹簡を持ち，右手で順番に竹の棒を引き出して行った．巻紙に筆で書く場合も，左手に巻紙を持って右手の筆で書き進め，書いた部分は右にたらして墨の乾燥を待つのが自然である．ここでもヒトの右利き優位が鍵になっている．

習字は右縦書きで手が汚れるのではと思うが，筆は立てて持ち，手を紙につけないのが基本らしい．しかし，中東諸国は依然として右から左の右横書きであるのでインクで手が汚れるのではと疑問が残る．

（にしやま　ゆたか／大阪経済大学）

線型代数のはなし
——応用をめざして　第13回

□□□□ベクトル解析のはなし

□□□□松谷茂樹

物理系の学生にとってベクトル解析は落ちこぼれるかどうかの試金石です．どうもベクトル解析は判らんという人は多いかもしれません．

その難しさや面白さは対象物の物理や幾何学的性質そのものにあります．そこでベクトル解析の理解を妨げている形式的な部分を，ライプニッツ（1646-1716）流に記号を導入することで単なる計算に落ち着かせる事が，今回の目的のひとつです．ニュートン（1642-1727）流の天才的な幾何能力は必ずしも必要ありません．

例えばマクスウェル方程式の本質を理解することは難しいのですが，微分形式を利用すると

$$d^2A = 0, \quad *d*dA = j \tag{1}$$

と綺麗な式になります．実際の電磁気が判るというわけではありませんが，極めてシンプルです．rot や grad や Div の数々の公式も覚える必要がありません．

ベクトル解析は線型代数の範疇ではありませんが，今回はその代数的な側面を支える意味で，多様体やファイバー束をベースにした「ベクトル解析」のさわりを紹介しましょう[1]．

13.1 微分多様体

まずは実 n 次元微分可能多様体 $\mathcal{M}$ の説明をします．

n より十分大きな N に対する N 次元ユークリッド空間 $\mathbb{E}^N$ を用意して，$\mathbb{E}^N$ の部分空間である $\mathcal{M}$ を考えます[1]．以下で $\mathcal{M}$ を限定化してゆきます．$\mathbb{E}^N$ のユークリッド距離を利用して，開球 $B_{p,\varepsilon} := \{q \in \mathbb{E}^N \mid |p-q| < \varepsilon\}$ を定義して，$V := B_{p,\varepsilon} \cap \mathcal{M}$ となるようなもので，更に連結な成分を U としましょう．このような U の集合 $\{U_i\}$ の集合和 $\bigcup_{i \in \Lambda} U_i$ を $\mathcal{M}$ の**開集合**とします．

このとき，$\mathcal{M}$ の開集合 U から n 次元ユークリッド空間 $\mathbb{E}^n$ への写像

$$\varphi_U : \mathcal{M} \supset U \to \mathbb{E}^n$$

が与えられ，$\mathbb{E}^n$ の開集合 $\varphi_U(U)$ 上で逆写像 φ_U^{-1} と φ_U が共に連続写像[2]として定義できるとします．

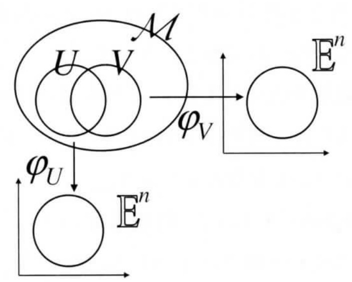

図 13-1

この (φ_U, U) の組を**チャート（地図）**と呼びます．$\varphi_U(U) \subset \mathbb{E}^n$ でのデカルト座標を**局所パラメータ**と呼びます．曲がった空間を表現するためには局所的に $\mathbb{E}^n$ と見なせる[3]地図をたくさんもってきて，それを貼りあわせる事で $\mathcal{M}$ を表現しようというのが現代的な考え方です．地球の場合と同じです．$\mathcal{M}$ の上に直接，座標を描くのではなく，直感の効く $\mathbb{E}^n$ の地図をたくさん用意するという事です．

更に図 13-1 のように $U \cap V \neq \emptyset$ に対して，

$$\varphi_V \circ \varphi_U^{-1} : \mathbb{E}^n \supset \varphi_U(U \cap V) \to \varphi_V(U \cap V) \subset \mathbb{E}^n$$

1　位相（トポロジー）も定義していないので，かなり未定義用語が続出してます．

2　連続は今回は無定義用語です．位相幾何学で定義されます．ここでは通常の繋がっているというイメージで代用して下さい．

3　正確には位相空間として同相となることです．