

# 第11回 理学部門談話会

日時： 2013年10月23日（水）  
13：30-15：00

場所： 理学部第1会議室（理学部2号館6F）

## 話題及び提供者

「私の南極物語：南極から発信する地球科学」  
（石塚 英男）

「Colored Graphs and Colored Geometric Graphs」  
（鈴木 一弘）

「アリルシアナートの転位反応を活用した含窒素天然物の合成研究」  
（市川 善康）

教職員，大学院生，学生，一般の方々のご来場をお待ちしています。

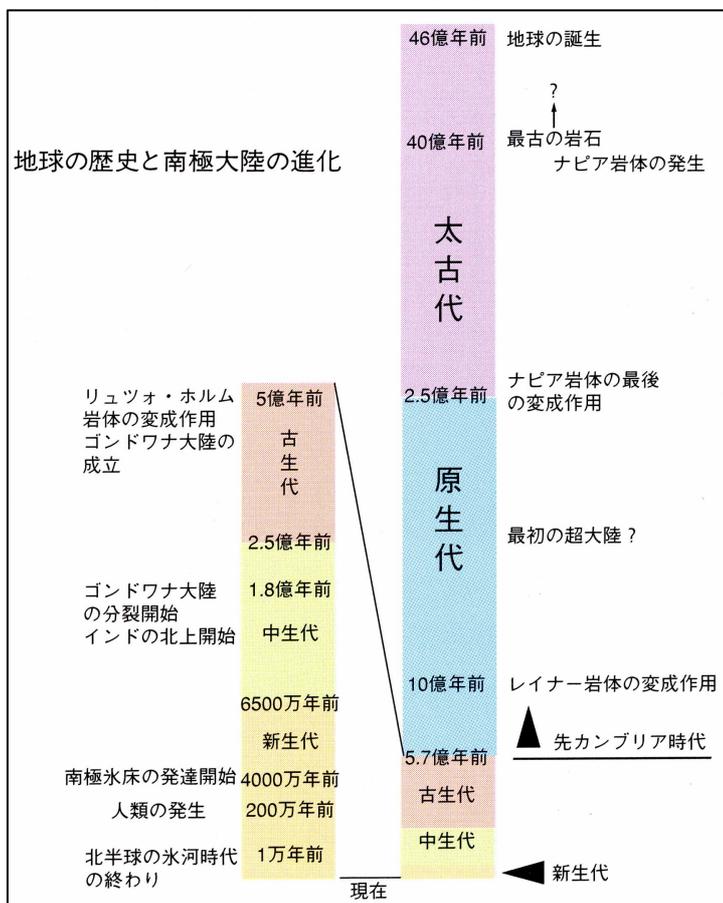
（問い合わせ：suzuki@kochi-u.ac.jp）

## 私の南極物語：南極から発信する地球科学

石塚英男

昔、ギリシャの哲学者たちは、北半球の大陸の面積とつりあうほどの大陸が南半球にもあるはずだと考え、世界地図に未知の南の国を書き込んでいました。この未知の南の国を見つけようと、16 世紀から、いわゆる大航海時代が始まり、1772 年から 75 年にかけて、イギリスのジェームズ・クックは南極を一周する航海に成功しました。しかし、彼は南極大陸を見ることはありませんでした。後に、キャプテン・クックと称された彼でも見る事のなかった南極大陸！「吠える 40 度（南緯 40 度）」、「狂える 50 度（南緯 50 度）」、「叫ぶ 60 度（南緯 60 度）」と呼ばれる南極暴風圏、更には海氷（氷山）の存在がクックの未知への大陸への接近を阻んできたのです。このことは、長い間、南極大陸についての科学的な調査・研究を寄せ付けなかった原因ともなりました。時は流れて、今日、

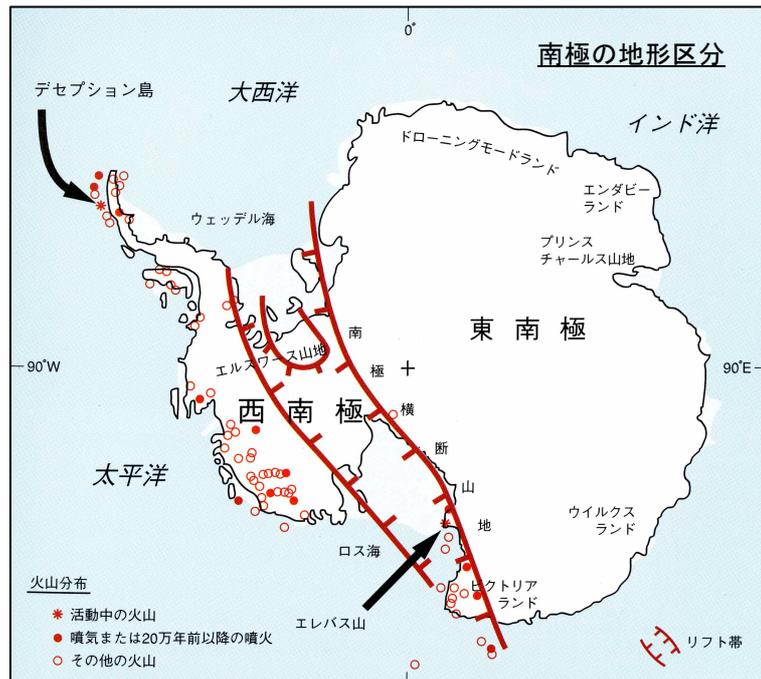
南極観測船「しらせ」に代表される砕氷船の登場や南極航空網の整備により南極大陸へのアクセスは格段に向上しました。しかし、現地観測と調査の困難さは相変わらずです。過酷な自然の中で繰り広げられた観測と調査、、、その成果がもたらした驚きの事実、、、南極研究が明らかにした地球の過去と現在、、、そして、そのことが導くこれからの地球の姿、、、ということで、「私の南極物語」、開演といたしましょう。



## 南極大陸に見る地質と自然環境

南極大陸は南極点を含む面積約 1,400(正確には 1391.8)万 km<sup>2</sup> の大陸(日本列島の約 37 倍)である。そのうち、雪と氷は 1,358.6 万 km<sup>2</sup>(97.6%)で露岩域は 33.2 万 km<sup>2</sup>(2.4%)である。雪と氷の量は海水の高さにすると約 65m に相当し、地球上の淡水の約 70%の量に相当する。南極大陸の平均標高は 2,300m で、平均 2,450m の雪と氷(氷床)で覆われている。

南極大陸は、南極横断山脈を境として、東半球側(インド洋、オーストラリア側)の東南極と西半球側(太平洋、大西洋側)の西南極に区分されている。東南極が太古代以来の大陸(あるときは超大陸)を形成していたのに対して、西南極は古生代以降に太平洋側から東南極に沈み込むプレートの働きによって形成された。



### ◎南極地質の二大特徴: 地球最古級の岩石と Gondwana 超大陸

地球最古級の岩石: 東南極のエンダビーランドには「ナピア岩体」と呼ばれる変成岩が分布する。この変成岩は、含まれる鉱物やその組合せ、および詳細な鉱物の化学組成の解析から、地下数 10 km の深さで約 1,150°C に達する地殻変動(超高温変成作用)を受けたことが明らかにされている。更に、微小領域 2 次イオン質量分析計によるジルコンの U-Pb 放射年代測定法によって、この岩体は約 40 億年前の火成活動で形成された岩石類を原岩(変成作用を受ける前の岩石)として含んでおり、それらが約 25 億年前に地殻変動を受けたことも明らかになっている。この原岩年代は地球上に分布する岩石では最古に属する。すなわち、ナピア岩体の岩石を研究することは、地球上に始めて出現した大陸地殻の形成や進化の解明につながる大事なことである。

ゴンドワナ超大陸：南極大陸はゴンドワナ超大陸の中心部分を構成していた一つの大陸である。ゴンドワナ超大陸は約 5 億年前に南極大陸を中心にして、現在の南アメリカ大陸、アフリカ大陸、マダガスカル島、インド半島、スリランカ島、オーストラリア大陸、ニュージーランドがとりまくように合体してつくられていた巨大な大陸で、約 1.8 億年前にマグマの貫入で分裂し、インド半島は南半球から北半球に北上した。この超大陸の離合集散の過程の解明は地球科学の第 1 級の研究課題である。ゴンドワナ超大陸については、この過程が、ゴンドワナ堆積物や植物群（ビーコン累層群）と呼ばれる地層や化石の証拠と岩石の記載的特徴と放射年代測定、更に「宝石」の産出から解明されつつある。

南極の地質概略図



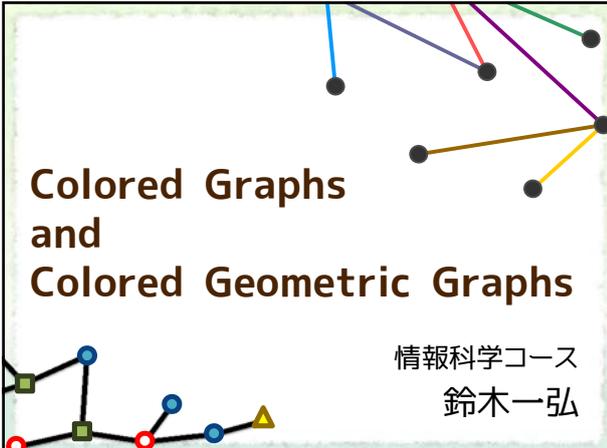
### ◎南極の自然環境：地球環境の変化をモニターする重要な座標点

私たち人類のいろいろな活動（例えば、工業活動）は主に北半球に集中している。南極点を中心とした南極大陸は、これらの活動から直接的な影響を最も受けにくい、遠く離れたところにある。従って、現在の地球上で起こっている地球環境の変化を知る上で、もっとも基礎となるバックグラウンドとしての観測値を一番確実・正確に、かつノイズが最も少ない状況で集められるところが南極ということができる。このように南極は現在起こっている地球環境の変化を正確にとらえ、更に将来の地球環境をモニタリングする場所として最も適したところである。この様なことを背景に、オゾンホールが発見や CO<sub>2</sub> の増加、あるいはメタンの増加などが報告され、現在も観測されている。

ここにて「私の南極物語」は終演です、、、次は誰の南極物語になるのでしょうか

参考文献：「ふしぎ大陸 南極展」 国立科学博物館©1997

## Colored Graphs and Colored Geometric Graphs

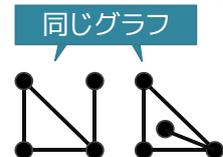


情報科学コース  
鈴木一弘

## Colored Graphs and Colored Geometric Graphs

点と点を線をつないで表現した関係図

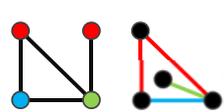
同じグラフ



異なる幾何グラフ

平面上（空間上）に点と線を描いたグラフ

## Colored Graphs and Colored Geometric Graphs



学位論文のタイトルがこれでした

## 研究経歴

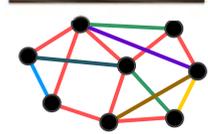
- 工学院大学 工学部 電子工学科  
情報工学コース **学士（工学）**
- 同大学院 **修士（情報学）**
- 茨城大学大学院 **博士（理学）**

## 研究経歴

- 工学院大学 工学部 電子工学科  
情報工学コース **グラフ理論**
- 同大学院 **離散幾何学**
- 茨城大学大学院 **暗号理論**
- 茨城大学VBL
- 神奈川大学工学部
- 高知大学理学部 **アクセス制御**

## 研究テーマ：離散数学とその応用

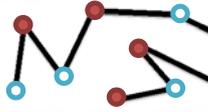
**グラフ理論**



**暗号理論**



**離散幾何学**



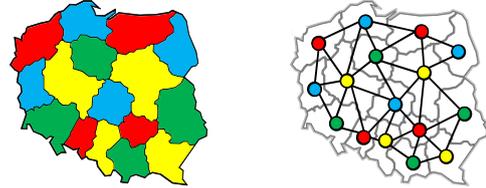
**アクセス制御**



# Colored Graphs

## グラフ理論の**色**問題の種類

「グラフに色が塗れるか？」タイプの問題

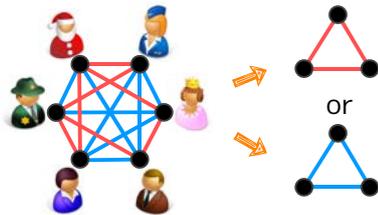


**四色定理**

どんな平面地図も4色あれば塗り分けられる

## グラフ理論の**色**問題の種類

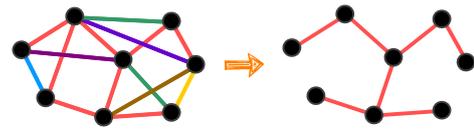
「色が塗られたグラフには何が隠れているか？」  
タイプの問題



ラムゼー理論  
に発展

**定理** 人が6人集まると、**知り合い**の3人組、  
または、**互いに知り合いでない**3人組がいる。

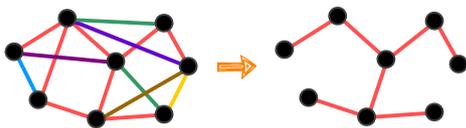
## 辺に色が塗られたグラフの研究



**単色全域木**

与えられた辺着色グラフに  
どんな**"おもしろい"**グラフが  
隠れているか？

## 辺に色が塗られたグラフの研究

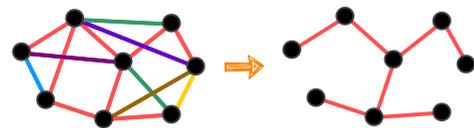


**単色全域木**

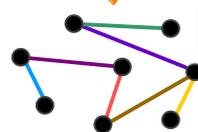
**全域グラフ**  
元のグラフの頂点を  
全て含むグラフ

**木(Tree)**  
どの2頂点の間にも唯一  
の経路が存在するグラフ

## 辺に色が塗られたグラフの研究



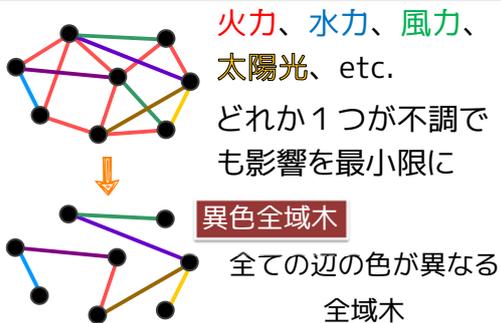
**単色全域木**



**異色全域木**

全ての辺の色が異なる  
全域木

## 応用案：送電ネットワーク



## どんな時に異色全域木は存在する？

- 2005年頃までは、辺着色完全グラフに異色全域木が存在するための十分条件しか研究されていなかった。
- (2006年, 鈴木) 任意の辺着色グラフに異色全域木が存在するための必要十分条件を証明した。

## 定理 (鈴木,2006)

辺着色されたグラフが異色全域木を持つための必要十分条件は、任意の  $r$  色の辺を除去した時に、高々  $r+1$  個の連結成分にしか分離しないことである。



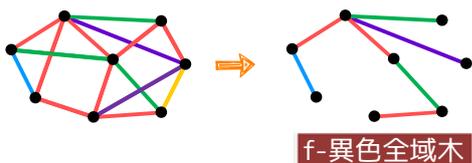
## 全ての辺の色が異なるとは？



## f-異色全域木の例

色集合 = {赤, 青, 緑, 黄, 紫}

$f(\text{赤})=3, f(\text{青})=1, f(\text{緑})=3, f(\text{黄})=1, f(\text{紫})=2.$



どんな時にf-異色全域木は存在する？

## 定理 (鈴木,2010)

辺着色されたグラフが  $f$ -異色全域木を持つための必要十分条件は、任意の色集合  $R$  に対して、その色の辺を除去した時に、高々

$$1 + \sum_{c \in R} f(c) \text{ 個}$$

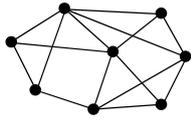
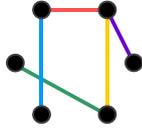
の連結成分にしか分離しないことである。

## 隠れた1に気付くのが楽しい

すべての辺の色が異なる



どの色も高々1本しかない



ネットワークがつながっている



どの2点間にも

1本以上の経路がある

# Colored Geometric Graphs

## 有名な定理

● R, B : 平面上の赤点と青点の集合

● どの3点も一直線上に並ばない

●  $|R|=|B|$

このとき

無交差交互  
完全マッチングが描ける



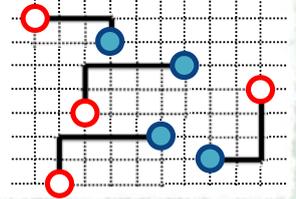
## 平面格子Ver. (加納, 鈴木)

● R, B : 平面格子上的赤点と青点の集合

● どの2点も垂直にも水平にも並ばない

●  $|R|=|B|$

無交差交互  
L字完全マッチング  
が描ける



## 3-Tree版 (金子, 2000?)

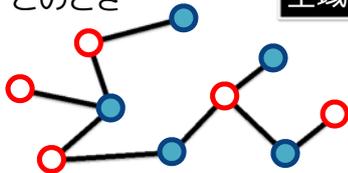
● R, B : 平面上の赤点と青点の集合

● どの3点も一直線上に並ばない

●  $|R|=|B|$

このとき

無交差交互  
全域3-Treeが描ける



どの頂点も  
3本以下の辺  
しか出せない

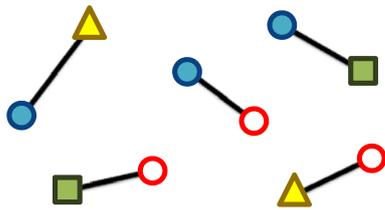
## 色を増やしたい!

● 緑色が好きなので3色以上にしたい!

● 3色以上にしようとする普通は次元  
を上げる方向で研究されていく

● どうしても平面上で3色以上がやりた  
かった!

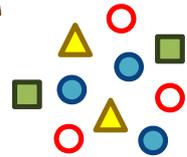
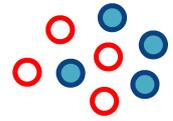
### 多色版無交差交互完全マッチングの例



どう条件だと描けるのか？

### 赤点と青点と同数個とは？

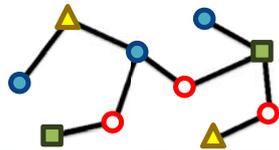
赤点と青点と同数個  
⇕  
赤も青も 半分以下しかない  
↓  
どの色も 半分以下しかない



3色以上でも  
使える表現になった

### 定理 (加納, 鈴木, 宇野, 2013)

- $X$ : 平面上の多色点集合 (偶数点)
  - どの3点も一直線上に並ばない
  - どの色も半分以下しかない
- このとき、無交差で交互な
- 完全マッチング
  - 全域3-Tree
- が描ける



### まとめ

#### 言い換えて拡張できると楽しい

- 1に気付く →  $k$  や  $f$  への拡張
- 赤青同数 → どの色も半分以下

#### 今後の課題

- $f$ -異色部分グラフを  $(g, f)$ -因子のような大きな分野にしたい
- 半分 →  $n/2$  の 2 は  $k$  にできないのか？

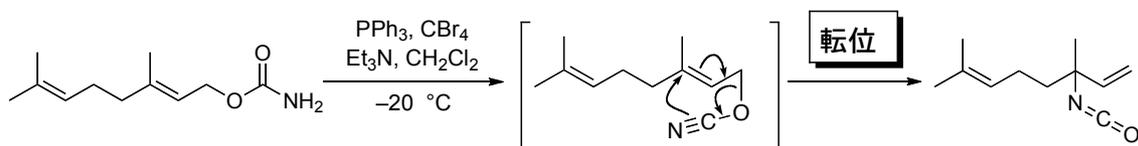
# アリルシアナートの転位反応を活用した含窒素天然物の合成研究

高知大学・理学部 市川 善康

科学が勃興する以前の神話の時代より人類は、いろいろな物質群を自然界より見出し取り出して役立ててきた。例えば、古代オリエント・地中海世界で貴重な染料として珍重された貝紫色素は、アクキガイ科の巻貝から採取されている。また植物から抽出されたアルカロイドは、様々な薬用作用をもつ成分として重用されてきた。これら自然界よりえられた化合物群（天然物）を客観的・科学的に研究する機運が18世紀のヨーロッパで発展して、これが「天然物化学」として現在に至っている。研究対象となった化合物群は、炭素を主成分とする有機化合物である。このため歴史的に俯瞰すると、「天然物化学」の研究から有機化学が生まれ、さらに生化学が分枝した。歴史的には有機化学と生物化学の源流である「天然物化学」は、現在では有機化学の一分野として位置づけられている。

天然物化学の研究は、三つの段階を経て進行する。まず最初に、生物（動物・昆虫・植物・微生物）より特徴のある化合物をみつけて単離・精製する。そして化学構造を決定する。さらに「有機合成」の手法を用いて、天然物を実験室で人工的に合成する。高知大学・理学部の天然物化学研究室では、「天然有機化合物の化学合成」の領域で研究を行っている。

## アリルシアナートの転位反応



## 含窒素天然物

