

# *Acta Epsilonica*

Online First, Pages 1–5.

Received: March 28th, 2016, Accepted: April 29th, 2016.

## Aleph 2016 / Group Epsilon Meeting 2016 #2 開催報告

田中未来\*

### 1 はじめに

去る 2016 年 3 月 13 日に Aleph 2016 が開催された。Aleph 2016 はわれわれ Group Epsilon の 2016 年の 2 回目の集会でもあった。この集会の様子を振り返る前に Aleph 2016 に至るまでの Aleph series の歴史を紐解いてみようと思う。

事の発端は 2012 年に Z 会新宿教室で開催された M3 $\aleph$  という特別講座である。この特別講座の趣旨は、“最先端の研究者が何を考え、何と戦い、何に悩み、何を面白がり、何を解決しているのか聞いてみよう” というものであった。M3 $\aleph$  という愛称は Z 会東大マスターコース (当時) の講座記号を踏襲したもので、受験生を対象とした数学の講座という意味の“M3”に、Latin alphabet を超えた無限の広がりを感じさせる文字として、Hebrew alphabet の  $\aleph$  (aleph) を付加したものだと思われる。これらのことについては M3 $\aleph$  発起人である山下さんによる説明 [1] に詳しい。

2 年後、同様の集会 Aleph 2014 が開催された。愛称から“M3”の文字が消えたことから、受験生以外も対象とすることで門戸を広げ、必ずしも話題を数学に限定せずにより広い学問領域を扱っていかうという意図が感じられる。このような集会を継続的に実行していくための集団として Group Epsilon が結成されたことは Group Epsilon の Wiki [2] にも書いたとおりだが、実際に Group Epsilon のメンバーの年齢は大学生からシニアまで、専門領域は数理科学、自然科学、情報科学、人文社会科学と幅広くなっている。

その後、はじめて Group Epsilon が主催した Aleph 2015 が開催され、今回の Aleph 2016 に至る。後で振り返るように Aleph 2016 でのそれぞれの講演は M3 $\aleph$  の趣旨を踏襲したものとなっていたように思う。一方で、今回の Aleph 2016 では、全体を通してのテーマを“大学は象牙の塔か? 真の知性とはなにか?!”とし、“大学で身につけるべき真の知性とはなにか”という問いを参加者に投げかけた。ここでの象牙の塔とは、現実から逃避するような学者の生活や大学の研究室などの閉鎖社会のことを意味する。大学という学問の森に入って多くの学問領域に触れ、それぞれの学問領域を見上げてみると、それは現実と大幅に乖離した象牙の塔に見えるかもしれない。また、学問の森はその象牙

---

\* Aleph 2016, Group Epsilon Meeting 2016 #2 実行委員長, 東京理科大学, mirai at rs.tus.ac.jp.

の塔が林立するような空間のように感じられるかもしれない。—果たして本当にそうなのか? 各講演を聴くことで省みる。それが Aleph 2016 全体としての意図であった。

—前菜が多すぎた。各講演を振り返っていこう。

## 2 情報科学のすすめ (戸神星也)

最初の講演は戸神さんによる“情報科学のすすめ”である。この講演の前半では、フカシギお姉さんのあの動画 [3] から入り、アルゴリズムと計算量理論の解説が行なわれた。この動画を観たことのない方はぜひご覧になってほしいのだが、おおむね次のような (インパクトの強い) 内容である。

フカシギお姉さんと呼ばれる女性は、どういうわけか、無向グラフとその2頂点が与えられたときに、それらを始点と終点とするような路の数え上げを行ないたいらしい。フカシギお姉さんは素朴なアルゴリズムで数え上げを行なうのだが、素朴なアルゴリズムでは計算量が爆発してしまう...

ちなみに、ZDD と呼ばれるデータ構造を用いたアルゴリズムでは少ない計算量で数え上げが可能となる (詳細は書籍 [4] を参照されたい)。動画の紹介の後、“名簿から特定の名前を検索する”という重要性が比較的わかりやすい問題を例に、アルゴリズムの計算量の入門的な解説が行なわれた。講演の後半では電王戦や Alpha Go など注目を集めているゲーム情報学の解説や戸神さんの卒業論文 [5] の内容の紹介が行なわれた。

この講演では情報科学の重要性や面白さ、そして大変さが、戸神さん自身の経験をもとに語られた。また、情報科学という学問領域と数学との関係性についても示唆があったように思う。人工知能という窓を通してそもそも知能とはなにかということに関心を持った参加者もいただろう。

## 3 半導体から学ぶ電子回路の世界 (隅田圭)

2番目の講演は隅田さんによる“半導体から学ぶ電子回路の世界”である。この講演の前半では、半導体の材料的性質から入り、それを応用したトランジスタの原理について初学者にもわかりやすく解説された。私もこの手の話は大学で聞いたことがあったのだが、そのときよりもはるかにわかりやすかったように感じた。このような講演が大学2年生によってなされたことは驚異的である。

講演の後半では、電子回路の設計について解説がなされた。トランジスタを複数組み合わせることにより多様な演算が可能となるということが例を用いて述べられた。このことは“論理回路の完全性”と呼ばれているようだ。証明は時間の都合から割愛されたが、証明の概略は深津さんによる quick review [6] にあるので、興味のある方はご覧いただきたい。この辺りについて事実と重要性を述べるに留めて証明を割愛したのは、高校生の参加者も多い Aleph series では良い判断であったように思われた。

全体を通していえば、電気電子工学の面白さや state of the art が伝わってくるような講演だったといえるだろう。また、材料科学や数理・情報科学との関わりについて関心を持った参加者もいたの

ではないかと思う。ちなみに、私自身は所望の電気回路を少ないトランジスタの個数で実現することができると(製造コストはともかく)性能的には良いのではないかという問題意識を持った。他の参加者の問題意識にどのようなものがあるか、共有する機会があると面白いかもしれない。

## 4 19世紀解析学研究 (1) Cauchy における無限小概念 (山下弘一郎)

3番目の講演は山下さんによる“19世紀解析学研究 (1) Cauchy における無限小概念”である。*Acta Epsilonica* の読者の多くが知っているように、山下さんはすい臓と胆管のがんと闘いの真っ只中であり、私は彼の言うとおりに講演者略歴に“3月をもって正規に退職。教壇を去る”と書いた。その山下さんがチョークを持ち、“復帰するつもり”と言ったことは、驚くべきちゃぶ台返しであった。それにとどまらず、彼の講演では、さらなるちゃぶ台返しの計画が語られた。

現在の解析学の教程では、最初に集合と位相を学び、次に極限、そして微分、最後に積分という順序となっている。その結果、無限小などの概念はいわゆる  $\varepsilon$ - $\delta$  論法を用いて記述され、無限小量という実体そのものを扱うということは一般的ではない。このような実体を用いて現在の解析学を書き換えようとする試みが超準解析と呼ばれる学問である。しかしながら、発見ないしは開発された歴史はこれらの逆である。この歴史の流れの中で Cauchy は  $\varepsilon$ - $\delta$  論法を導入し、無限小量という(少なくとも現在のわれわれにとっては)気持ち悪いモノを排除し、解析学を(少なくとも現在のわれわれにとっては)理論的に精緻化したということになっている。このような背景の下、Cauchy の *Cours d'analyse de l'École royale polytechnique* を紐解く。山下さんのちゃぶ台返しの計画というのは、Cauchy はこのときすでに超準解析のような考え方をすでに持っており、この著書の中で Cauchy がやりたかったことは、“無限小量という実体を排除して解析学を精緻化させること”ではなく、“無限小量という実体を用いた解析学を論理的に体系づけること”だったという説を提唱するというものである。

現時点ではこの説に対する確固たる裏付けはないように思われるので、“19世紀解析学研究 ( $n$ )” ( $n \geq 2$ ) を楽しみにしたい。もし仮に、たとえ山下さんの説が間違いであったとしても、その過程の中で Cauchy が何を考え、何と戦い、何に悩み、何を面白がり、何を解決(しようと)したのかが明らかになるはずである。それらがわれわれに与える示唆ははかりしれないものがあるだろう。

## 5 制御理論のプロムナード —古典からポストモダンまで— (石川徹也)

最後の講演は石川さんによる“制御理論のプロムナード —古典からポストモダンまで—”である。石川さんの講演では、古典制御と現代制御が簡単な例題を用いて解説された。また、最先端の理論であるロバスト制御についても簡単に紹介があった。講演の様子は苅田さんの quick review [8]にあるので詳しくは割愛するが、線形代数や関数解析などの数学的道具の制御理論における重要性が見えてくる講演であったように思う。なお、講演で割愛された linear quadratic regulator に関する証明は、今後 *Acta Epsilonica* に投稿する予定とのことなので、興味を持った参加者は楽しみに待つ

て欲しい。

石川さんの講演は異文化交流の重要性を説くことで締めくくられた。曰く、制御だけでは役に立たず、制御する対象の知識がなければ技術革新は望めない—これは、最適化を専門とする私も深く共感するところである。心理学者の Lewin による、“理論なき実践は盲目であり、実践なき理論は空虚である”という言葉がズバリ言い当てている。制御や最適化はなんらかの対象を制御したり最適化したりするための数理的な技術であって、決してそれそのものでは現実の役には立たない。制御や最適化の理論研究のような塔を高くするような研究も重要だが、実対象への応用のような塔と塔とを結ぶ橋を架けるような研究もそれと同じくらい重要である。

一方で、自らの抛り所となる塔を持たない限り、高みを目指すことはできない。情報学者の Han によると、“理論は時には実践を一挙に凌駕する遙か彼方の地平に我々を着地させる”であり、石川さんも“異文化交流によって技術革新をもたらすためには自分の専門分野に精通することが必要である”と述べている。

## 6 おわりに

今回の Aleph 2016 では高校生の参加者が期待より少なかったものの、多くの参加者にご来場いただいた (図 1)。4 つの塔を皆で見上げてみることで、それぞれの塔やそれらの間の雰囲気、あるいは塔と塔とを結ぶ橋の重要性が少しでも参加者に伝わったとすれば、Aleph 2016 は成功だったと言えるだろう。なお、Aleph 2016 は 4 名の講演者の他にも、副実行委員長の久保田さん、運営委員に名乗り出てくれた滝脇さん、坪井さん、古澤さん、荻田さん、深津さん、杉浦さん、運営委員には名乗り出なかったけれども当然のごとく八面六臂の活躍をしてくれた控え目な杉ノ内さんの尽力があってこそ開催できたものである。心より感謝したい。

## 参考文献

- [1] 山下弘一郎: Invitation to Special Event M3N, <http://kymst.net/aleph2012/alephPph02.pdf>.
- [2] Group Epsilon: Group Epsilon Wiki, <http://kymst.net/index.php?GrpE/index>.
- [3] MiraikanChannel: フカシギの数え方 — おねえさんといっしょ! みんなで数えてみよう!, <https://www.youtube.com/watch?v=Q4gTV4r0zRs>.
- [4] ERATO 湊離散構造処理系プロジェクト: 超高速グラフ列挙アルゴリズム —(フカシギ)の数え方が拓く, 組合せ問題への新アプローチ—, 森北出版, 2015.
- [5] 戸神星也: 数独の解生成と解に対する番号付け, 東京工業大学理学部情報科学科卒業論文, 2007, [http://kymst.net/sudoku\\_test/doc/SUDOKU\\_Index.pdf](http://kymst.net/sudoku_test/doc/SUDOKU_Index.pdf).
- [6] 深津龍一: Quick review: 半導体から学ぶ電子回路の世界, <http://kymst.net/index.php?plugin=attach&refer=GrpE/Aleph2016&openfile=fr1revsumita.pdf>.
- [7] 山下弘一郎: 19 世紀解析学研究 (1) Cauchy における無限小概念, <http://kymst.net/index>.



図1 会場の様子.

<http://kymst.net/index.php?plugin=attach&refer=GrpE/Aleph2016&openfile=anls1901abstV01.pdf>.

- [8] 苅田裕也: 2016 Aleph Review: 制御理論のプロムナード —古典からポストモダンまで— (石川徹也さん), <http://kymst.net/index.php?plugin=attach&refer=GrpE/Aleph2016&openfile=Review4.pdf>.