

### ■ 2.4.3. 「俯瞰力」をもった人材を育成するためのカリキュラム

異分野ラボビジットや数理連携で新たな発想と技術を獲得し、「俯瞰力」をもった人材を育成しました。ここでは、「俯瞰力」をもった人材を育成するためのカリキュラムとして、異分野ラボビジットと数理物質科学講義の実施状況、数理連携の取り組みを紹介しします。

#### ■ 1) 異分野ラボビジット・学内研修

幅広い知識と考え方を身につける教育の一環として、異分野の研究室で新しい専門的知識や技術を習得するための必修イベントである「異分野ラボビジット」を実施しました。プログラム生は、2週間から1ヶ月の期間、異なる分野の研究室に移籍し、移籍先研究室が提供する教育研究内容を修得しました。また、この異分野ラボビジットの内容は修士課程2年次の夏休みに行われる Qualifying Examination 1 (QE1) の課題選択につながるので、プログラム生にはこの点を考慮して移籍先の研究室を選択するような指導がなされました。

#### ■ 平成 25 年度 異分野ラボビジット パイロット生対象

異分野ラボビジットは今年度がプログラムとして初めての試みであることから、プログラム生にとって本当に遠いと考えられる専門分野の研究室を選択させ、プログラム担当教員が異分野であるかの判定を行う形でまず実施しました。その結果、見識を広げることはできたものの、『自分自身の研究分野との関連を見出し異分野融合の研究提案を行う』という QE1 のテーマを設定するのが非常に難しいという意見が多く、プログラム生から出されました。そのため、QE1 の課題は異分野ラボビジット先で学習した以外の異分野から選択して研究提案を行ってもよいこととし、このルールは次年度以降にも引き継がれました。

## 2.プログラムの進捗状況

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	飯田 良	総合化学専攻 生体分子デバイス 研究分野	理学研究院 有機金属化学研究室	澤村 正也	2/27-3/12
2	倉 千晴	総合化学専攻 界面電子化学研究室	電子科学研究所 動的数理モデリング部門	長山 雅晴	3/31-4/11
3	小島 遼人	総合化学専攻 有機元素化学研究室	先端生命科学研究院 ソフト&ウェットマター研究室	龔 劍萍	3/10-14・ 7/7-11
4	住谷 陽輔	総合化学専攻 量子化学研究室	工学研究院 先端材料化学研究室	長谷川 靖哉	2/24-3/11
5	高橋 陸	生命科学専攻 ソフト&ウェットマター研究室	電子科学研究所 附属グリーンナノテクノロジー 研究センター、 グリーンフォトニクス研究分野	三澤 弘明	5/26-30・ 6/2-4・ 6/11、12
6	張 明喆	環境物質科学専攻 小西研究室	工学研究院 応用生物化学研究室	大利 徹	2/21-3/10
7	張 瑤	総合化学専攻 分子材料化学研究室	工学研究院 材料工学研究室	向井 紳	2/18-3/7
8	戸口 侑	総合化学専攻 生物化学研究室	理学研究院 数学部門	由利 美智子	3/3-7/10
9	中村 文彦	数学専攻	理学研究院 生物計測化学研究室	渡慶次 学	6/30-7/11
10	新田 明央	環境物質科学専攻 光触媒科学研究部門	薬学研究院 精密合成化学研究室	佐藤 美洋	5/12-5/24
11	柳澤 慧	総合化学専攻 先端材料化学研究室	先端生命科学研究院 細胞ゲノミクス科学研究室	芳賀 永	2/24-2/28・ 5/26-30

## Ⅰ 平成 26 年度 異分野ラボビジット 1 期生対象

プログラム生から希望移籍先研究室の申請を受け付け、学生支援専門委員会に所属する教員が異分野と見なすことができるかの判定を行いました。当初は移籍受け入れ側の負担を考慮して 1 研究室当たりプログラム生 1 名までとしていましたが、研究室側に問題がなければ 2 名まで受け入れができるように変更しました。なお、選択した研究室が「異分野」にあたるのかどうかの判断については、プログラム生の人数が前年に比べて大幅に増加したこと、異分野かどうかの判断基準が委員によって異なることを考慮し、次年度以降、分野の判断基準として科研費の細目番号を判断基準に使用することにしました。

この異分野ラボビジットの中から研究室同士の共同研究に発展した例、異分野と自分自身の研究の関連を考察し QE1 の課題を発見できた例が多くみられるようになり、昨年度よりもマッチングが上手くいった傾向がありました。ただし、QE1 のテーマを発見するには至らず、テーマ設定に苦勞するプログラム生もいたため、今後は改善が必要です。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	上西 恭平	総合化学専攻 物質化学研究室	工学研究院 界面電子化学研究室	幅崎 浩樹	12/1-12/26
2	蝦名 昌徳	総合化学専攻 錯体化学研究室	先端生命科学研究院 細胞機能科学研究室	金城 政孝	11/1-11/30
3	岡田 拓	総合化学専攻 有機化学第二研究室	工学研究院 プラズマ物理工学研究室	越崎 直人	11/4-12/20
4	勝山 彬	生命科学専攻 薬化学研究室	理学研究院 液体化学研究室	武田 定	12/15-26・ 3/9-20
5	木山 竜二	生命科学専攻 リト&ウエットマ-研究室	工学研究院 化学システム工学研究室	増田 隆夫	11/17-12/19
6	今野 翔平	総合化学専攻 構造化学研究室	理学研究院 数学部門	行木 孝夫	12/1-1/30
7	榎 祥太	量子理工学専攻 プラズマ物理工学研究室	工学研究院 無機合成化学研究室	忠永 清治	1/5-1/30
8	陳 旻究	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 物質化学研究室	角五 彰	12/1-12/25
9	高木 牧人	総合化学専攻 量子化学研究室	工学研究院 固体反応化学研究室	島田 敏宏	12/8-1/21

## 2.プログラムの進捗状況

10	高橋 杏子	生命科学専攻 細胞ゲノミクス科学研究室	電子科学研究所 動的数理モデリング部 門	長山 雅晴	1/5-1/30
11	角田 圭	総合化学専攻 有機金属化学研究室	理学研究院 物理化学研究室	村越 敬	11/1-12/31
12	鉄地河原浩太	総合化学専攻 物質変換化学部門	工学研究院 量子ビームシステム工学研究 室	大沼 正人	10/28-11/29
13	西谷 雄大	総合化学専攻 構造化学研究室	地球環境科学研究院 機能材料化学分野	小西 克明	11/10-12/5
14	半田 悟	数学専攻	先端生命科学研究院 ソフト&ウェットマター研究室	龔 劍萍	11/17-12/10
15	安田 優人	総合化学専攻 有機金属化学研究室	先端生命科学研究院 ソフト&ウェットマター研究室	龔 劍萍	11/17-12/10
16	山本 昌紀	総合化学専攻 先端材料化学研究室	理学研究院 数学部門	久保 英夫	11/4-1/6
17	山本 悠大	総合化学専攻 先端材料化学研究室	触媒化学研究センター 光触媒科学研究部門	大谷 文章	10/27-11/14
18	吉田 康平	総合化学専攻 分子材料化学研究室	触媒化学研究センター 触媒表面研究部門	朝倉 清高	12/16-1/30
19	和田 智志	総合化学専攻 先端材料化学研究室	理学研究院 生物化学研究室	坂口 和靖	11/6-12/2
20	Fatima Joy C. Cruz	総合化学専攻 構造化学研究室	触媒化学研究センター 物質変換研究部門	福岡 淳	11/1-11/30

## Ⅰ 平成 27 年度 異分野ラボビジット 2 期生・1 期編入生対象

平成 27 年度から異分野ラボビジット受入研究室からは受入申請時に、プログラム生からはプログラム応募調書にそれぞれの研究分野を科研費の細目番号で予め 3 個程度申告してもらい、希望移籍先研究室の申請を受け付けた後、異分野かの判断をしました。なお 1 期編入生については、研究室移籍を修士論文作成の時期にするのは負担が大きいのことを考慮し、博士課程 1 年以降の時期に学内研修の制度を利用して異分野の研究室に移籍してもらうこととしました。異分野の研究室で新たに得た知見については、QE1 などその後の活動において生かすことが期待されています。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	岡本 守	数学専攻	理学研究院 物理化学研究室	村越 敬	1/3-2/29
2	尾崎 雄平	生命科学専攻 リト&ウィットマ-研究室	工学研究院 先端材料化学研究室	長谷川 靖哉	11/2-11/30
3	木村 夏実	総合化学専攻 物理化学研究室	理学研究院 有機化学第二研究室	谷野 圭持	11/4-12/26
4	宍戸 亮介	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 生物化学研究室	坂口 和靖	11/24-1/23
5	南 多娟	総合化学専攻 構造化学研究室	触媒科学研究所 触媒材料研究部門	清水 研一	10/5-10/30
6	羽山 慶一	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 物質化学研究室	佐田 和己	11/30-12/26
7	坂東 正佳	生命科学専攻 有機合成触媒研究室	理学研究院 錯体化学研究室	加藤 昌子	11/4-11/28
8	疋田 慶太	数学専攻	先端生命科学研究院 組織構築科学研究室	佐々木 直樹	12/1-1/31
9	深尾 一城	生命科学専攻 リト&ウィットマ-研究室	工学研究院 プラズマ物理工学研究室	越崎 直人	11/2-11/30
10	峯 健太	総合化学専攻 生物化学研究室	理学研究院 物理化学研究室	村越 敬	12/1-12/17
11	簗毛 崇章	数学専攻	先端生命科学研究院 リト&ウィットマ-研究室	中島 祐	11-12月
12	渡邊 綾香	生命科学専攻 薬剤分子設計学研究室	理学研究院 数学部門	久保 英夫	1/4-2/5

### Ⅰ 平成 27 年度学内研修 パイロット生・1 期生対象

原則として異分野ラボビジットは修士課程 1 年次の期間に行い、移籍先の研究室は専門が大きく離れた異分野のものにすることが義務付けられています。これは前述の通り幅広い知識を身につけて自分自身の研究と異分野との関係を考察する機会として、俯瞰力を養成するためです。

しかし、プログラム生からは自身の研究内容と直結するような比較的近い研究分野の研究室への移籍を希望する意見が多数出されました。そこで、異分野ラボビジット終了後に 2 度目のラボビジットとして、異分野であることを問わないこと以外はほぼ同じ内容の「学内研修」制度を平成 27 年度に新設しました。この制度の現在までの利用は以下の通りです。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	蝦名 昌徳	総合化学専攻 錯体化学研究室	理学研究院 量子化学研究室	武次 徹也	10/1 - 11/30

平成 28 年度以降は、異分野ラボビジットの内容と異なる異分野で QE1 の異分野融合研究提案を行う場合には、この学内研修制度を推奨する予定です。とくに異分野ラボビジットで数学部門以外を選択し、QE1 の異分野として数学を選択して数理連携の課題に取り組む場合は、1 カ月程度の期間では困難です。そのため、学内研修の制度を利用して定期的に数学者とセミナーを行うことを義務付ける予定です。

### Ⅰ 平成 28 年度 異分野ラボビジット 3 期生対象

プログラム生から希望移籍先研究室の申請を受け付け、異分野ラボビジット委員会に所属する教員が異分野と見なすことができるかの判定を行いました。移籍受け入れ側の負担を考えて 1 研究室当たりプログラム生 1 名までが基本ですが、研究室側に問題がなければ 2 名まで受け入れる体制としました。なお、選択した研究室が「異分野」にあたるのかどうかの判断について、科研費の細目番号を基準に使用することにしました。

この異分野ラボビジットの中から異分野と自分自身の研究の関連を考察し QE1 の課題を発見できた例もいくつか見られ、昨年度よりもマッチングが上手くいった傾向がありました。この点は平成 29 年度に実施される QE1 の結果を待ちたいと思います。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	大塚 海	生命科学専攻 生殖発生生物学講座	先端生命科学研究院 細胞ダイナミクス科学 研究室	芳賀 永	1.9-2.28
2	小川 雄大	生命科学専攻 有機合成医薬学研究室	先端生命科学研究院 組織構築科学研究室	福井 彰雅	11.14-1.27
3	小原 一馬	総合化学専攻 液体化学研究室	理学研究院 数学部門	久保 英夫	2.1-2.28
4	金 容俊	総合化学専攻 有機金属化学研究室	理学研究院 生物化学研究室	坂口 和靖	11.28-12.26
5	小松 雄士	総合化学専攻 生物計測化学研究室	先端生命科学研究院 ソフト&ウェットマター 研究室	中島 祐	11.10-12.16
6	佐藤 直飛	数学専攻	工学研究院 先端材料化学研究室	長谷川 靖哉	10.31-11.29
7	朱 浩傑	総合化学専攻 構造化学研究室	理学研究院 量子化学研究室	武次 徹也	11.21-12.21
8	堤 拓朗	総合化学専攻 量子化学研究室	理学研究院 数学部門	荒井 迅	11.4-1.27
9	馮 智	総合化学専攻 応用生物化学研究室	工学研究院 界面電子化学研究室	幅崎 浩樹	11.14-12.13
10	福島 綾介	生命科学専攻 細胞機能科学研究室	理学研究院 数学部門	古畑 仁	2.1-3.31
11	藤森 俊和	総合化学専攻 量子化学研究室	理学研究院 構造化学研究室	石森 浩一郎	12.1-1.7
12	文野 優華	生命科学専攻 薬品製造化学研究室	理学研究院 物質化学研究室	角五 彰	12.15-1.31
13	松井 貴文	総合化学専攻 先端材料化学研究室	理学研究院 物質化学研究室	佐田 和己	12.12-1.21
14	山内 直紀	生命科学専攻 薬理学研究室	先端生命科学研究院 組織構築科学研究室	福井 彰雅	11.14-1.31
15	山形 颯	数学専攻	理学研究院 構造化学研究室	石森 浩一郎	11.1-11.30
16	愉 彦樺	総合化学専攻 生物化学研究室	工学研究院 先端材料化学研究室	長谷川 靖哉	11.1-11.28

### Ⅰ 平成 28 年度学内研修 パイロット生・1 期生・2 期生対象

原則として異分野ラボビジットは修士課程 1 年次の期間に行い、移籍先の研究室は専門が大きく離れた異分野のものにすることが義務付けられています。これは前述の通り幅広い知識を身につけて自分自身の研究と異分野との関係を考察する機会として、俯瞰力を養成するためです。

しかし、プログラム生からは自身の研究内容と直結するような比較的近い研究分野の研究室への移籍を希望する意見が多数出されました。そこで、異分野ラボビジット終了後に 2 度目のラボビジットとして、異分野であることを問わないこと以外はほぼ同じ内容の「学内研修」制度を平成 27 年度に新設しました。

平成 28 年度の利用は以下の通りです。QE1 の異分野融合研究提案を行うために実施されました。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	尾崎 雄平	生命科学院 ソフト&ウェットマター 研究室	工学研究院 先端材料化学研究室	長谷川 靖哉	5.10-6.3

この学内研修では QE1 における研究提案に向けて、希土類錯体や DN ゲルの利点などについて研究室メンバーとブレインストーミングを行い、さらに論文収集と講読を行いました。

これ以外にも学内研修の形ではありませんが、QE1 において数理連携研究提案を実施するための量子化学計算に関する勉強会やセミナーも実施しました。

### Ⅰ 平成 29 年度 異分野ラボビジット 4 期生対象

前年度同様プログラム生から希望移籍先研究室の申請を受け付け、異分野ラボビジット委員会に所属する教員が異分野と見なすことができるかの判定を行いました。選択した研究室が「異分野」にあたるのかどうかの判断について、科研費の細目番号を基準に使用することで、混乱なく受け入れ研究室の決定に至った。

今年度の異分野ラボビジットでは、ほぼ全員が異分野の研究室に 1 ヶ月以上移籍し、異分野の研究内容を修得した。数理的な研究を選択したプログラム生も 3 名おり、数理連携が定着してきた感がある。多くの学生がこの異分野ラボビジットのテーマで QE1 に臨んでいた。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	金田 龍貴	数学専攻 吉永研究室	理学研究院 構造化学研究室	石森 浩一郎	1.9-2.9
2	張 曄	生命科学専攻 ソフト&ウェットマター 研究室	工学研究院 界面電子化学研究室	幅崎 浩樹	12.5-12.28
3	鄭 成佑	総合化学専攻 界面電子化学研究室	電子科学研究所 人間数理研究分野	長山 雅晴	2.1-3.30
4	島尻 拓哉	総合化学専攻 有機化学第一研究室	先端生命科学研究院 ソフト&ウェットマター 研究室	龔 劍萍	11.6-12.6
5	高橋 里奈	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 生物化学研究室	坂口 和靖	12.11-1.30
6	杉山 佳奈美	総合化学専攻 量子化学研究室	理学研究院 数学部門 行木研究室	行木 孝夫	11.8-12.20
7	佐藤 優樹	総合化学専攻 界面電子化学研究室	工学研究院 生物計測化学研究室	渡慶次 学	11.24-1.12
8	栗原 拓丸	生命医薬科学専攻 薬品製造化学研究室	工学研究院 先端材料化学研究室	長谷川 靖哉	11.1-11.30
9	小澤 友	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 量子化学研究室	前田 理	12.4-1.12

### Ⅰ 平成 29 年度学内研修 1 期生・2 期生・3 期生対象

原則として異分野ラボビジットは修士課程 1 年次の期間に行い、移籍先の研究室は専門が大きく離れた異分野のものにすることが義務付けられています。これは前述の通り幅広い知識を身につけて自分自身の研究と異分野との関係を考察する機会として、俯瞰力を養成するためです。

しかし、プログラム生からは自身の研究内容と直結するような比較的近い研究分野の研究室への移籍を希望する意見が多数出されました。そこで、異分野ラボビジット終了後に 2 度目のラボビジットとして、異分野であることを問わないこと以外はほぼ同じ内容の「学内研修」制度を平成 27 年度から設定しました。

平成 29 年度の利用は以下の通りです。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	深尾 一城	生命科学専攻 ソフト&ウェットマター研究室	工学研究院 プラズマ物理工学研究室	越崎 直人	1.15-3.15
2	金 源兌	環境物質科学専攻 ナノ環境材料研究室	地球環境科学研究院 生体物質科学研究室	松田 冬彦	10.1-3.30

## Ⅰ 平成 30 年度 異分野ラボビジット 5 期生対象

前年度同様、プログラム生から希望移籍先研究室の申請を受け付け、異分野ラボビジット委員会に所属する教員が異分野と見なすことができるかの判定を行いました。移籍受け入れ側の負担を考慮して 1 研究室当たりプログラム生 1 名までが基本ですが、研究室側に問題がなければ 2 名まで受け入れる体制としました。今年度も選択した研究室が「異分野」にあたるのかどうかの判断について、科研費の細目番号を基準に使用したことで、すべて第一希望の研究室で受け入れが行われた。

今年度の異分野ラボビジット 6 名の中には、数理連携は 1 名ですが、実験系から計算科学の研究室に移籍した学生が 2 名おります。ほぼ全員は異分野の研究室に 1 ヶ月程度移籍し、異分野の研究内容を修得した。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	石坂 優人	生命科学専攻 X線構造生物学研究室	理学研究院 理論化学研究室	前田 理	2.18-3.15
2	王 鈺博	総合化学専攻 分子集積化学研究室	工学研究院 界面電子化学研究室	幅崎 浩樹	11.1-11.30
3	竹内 大貴	生命医薬科学専攻 薬理学研究室	電子科学研究所 人間数理研究分野	長山 雅晴	11.14-3.31
4	林 裕貴	総合化学専攻 有機化学第一研究室	地球環境科学研究院 八木研究室	八木 一三	1.28-3.1
5	馮 馳	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 量子化学研究室	武次 徹也	1.15-2.15
6	游 震生	総合化学専攻 有機金属化学研究室	理学研究院 物質化学研究室	佐田 和己	1.7-2.15

## Ⅰ 平成30年度学内研修 2期生・3期生・4期生対象

原則として異分野ラボビジットは修士課程1年次の期間に行い、移籍先の研究室は専門が大きく離れた異分野のものにすることが義務付けられています。これは前述の通り幅広い知識を身につけて自分自身の研究と異分野との関係を考察する機会として、俯瞰力を養成するためです。

しかし、プログラム生からは自身の研究内容と直結するような比較的近い研究分野の研究室への移籍を希望する意見が多数出されました。そこで、異分野ラボビジット終了後に2度目のラボビジットとして、異分野であることを問わないこと以外はほぼ同じ内容の「学内研修」制度を平成27年度から設定しました。

平成30年度の利用は以下の通りです。

	氏名	専攻・研究室	移籍先研究室	教員名	移籍期間
1	小澤 友	総合化学専攻 有機元素化学研究室	理学研究院 理論化学研究室	前田 理	10.1-12.1

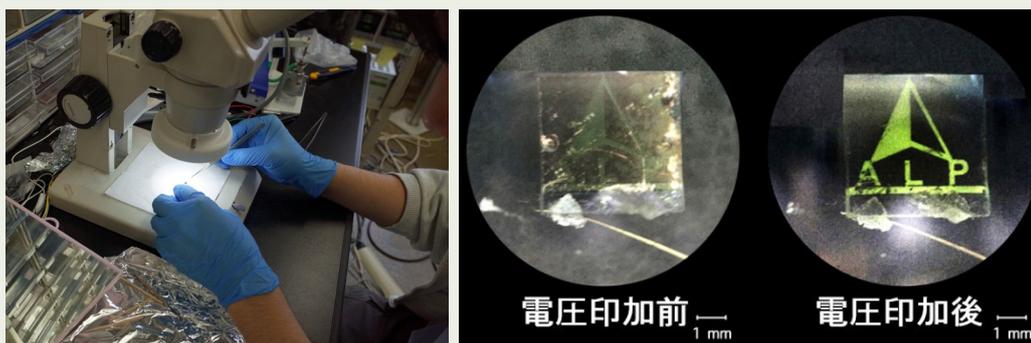
この学内研修では共同研究を行うために実施されました。異分野ラボビジット期間中（平成29年12月4日～平成30年1月12日）に「銅(I)/ジボロン触媒系によるアルキルハライドのホウ素置換反応における機構解明」と言う研究課題を実施され、反応機構の解明につながる重要な知見が得られており、ラボビジット修了後も継続して共同研究を続けていた。



異分野ラボビジットでものづくり技術にチャレンジ  
～量子化学の眼で発光素子の製作に成功～  
報告：高木 牧人（リーディングプログラム1期生）

異分野ラボビジットでは、新しい専門知識や技術を習得し幅広い知識と考え方を身につけるために、プログラム生が異なる分野の研究室での研究を実施します。私は実際に自分の手を動かして実験を行うことで「ものづくり」におけるその考え方や知識を学びたいと考え、固体反応化学研究室でラボビジットを行いました。

有機 EL デバイスは有機化合物からなる発光層で、電極から注入された正孔と電子が再結合し発光するデバイスであり、最近ではディスプレイや照明として利用されはじめています。レーザー描画フォトリソグラフィと反応性イオンエッチングを用いて透明電極を設計通りにパターン化し、正孔輸送層、発光層、金属陰極を真空蒸着させることで発光素子を作製しました。最終段階では、双眼実体顕微鏡をのぞきながら素子へ配線とパッケージングを行いました。素子は空気中の水分で徐々に劣化していくので、配線作業は時間との戦いでした。試行錯誤に思いのほか時間がかかりましたが、最終的にはリーディングプログラムのロゴマークの形をした素子を発光させることができました。



(左) 発光素子を作製している様子。

(右) リーディングプログラムのロゴマークの形をした素子を発光させている様子。

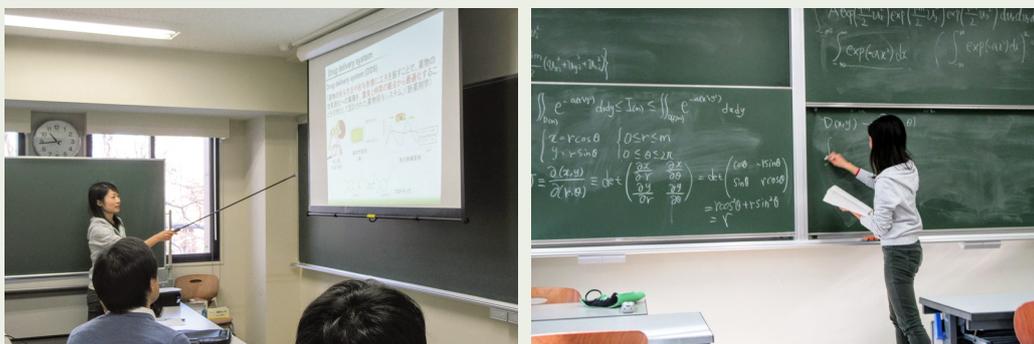


## 数学の厳密な思考に触れた異分野ラボビジット

報告：渡邊 綾香（リーディングプログラム2期生）

私は生命科学院薬剤分子設計学研究室に在籍し、効果的に目的とする場所に薬物を運ぶ「乗り物」に着目して研究を行っています。その「乗り物」の作製過程を数学的に考察することができれば、今後の乗り物作製方法の改良などに役立てることができるのではないかと考え、理学研究院数学部門の久保英夫先生の研究室に約1ヶ月間移籍し、分子の会合に関する熱力学的な取り扱いや物質の自己組織化について学びました。

数学分野では毎週全員がゼミ発表を行うのが一般的で、久保英夫先生の研究室でもそれぞれ自分のテーマに関するテキストや論文を基に、その1週間で理解した内容を黒板を使用して発表します。移籍期間中は、テキスト内容の理解が進まずギリギリまで発表内容がまとまらないなど苦労した時もありましたが、なんとか理解しようと様々な文献を当たったり、同じ院生室のメンバーに助言を頂いたりしながら発表にこぎつけました。ゼミ発表中には自分が気付かなかった解釈の仕方や論理の矛盾などの指摘を頂き、さらに理解が深まったと感じています。同時に、数学を学び続けることの重要性も痛感しました。数学は自然科学の基礎をなす学問であり、自分が理解して扱える数学が多いほど自然現象の理解は飛躍的に進むと感じました。さらに、論理的思考はどの分野であっても必要だと思いますが、数学の厳密な思考に触れたことは、自身の研究に必ず役に立つと実感しました。



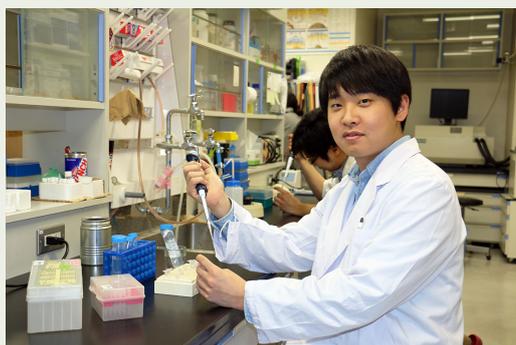
理学研究院数学部門久保英夫先生の研究室のゼミで発表する渡邊綾香さん。



新しいアイデアを獲得できた1ヶ月の移籍  
報告：金 容俊（リーディングプログラム3期生）

私は所属している有機金属化学研究室（総合化学院）で、新しいホスフィン配位子の合成および応用について研究しています。有機成分野の知識だけでは得られがたい新しいアイデアを獲得するため、異分野ラボビジット先として生物化学研究室（総合化学院）を選び、1ヶ月間移籍しました。生物化学研究室では、多種類のアミノ酸の縮合で多様な構造を作り、多様な機能を生み出すタンパクおよびペプチドを勉強しました。目的とした配列を持つペプチドを大腸菌を用いて培養し精製することを学び、作ったペプチドをバイオミネラルリゼーションに用いて銀ナノ粒子を作りました。得られた銀ナノ粒子を観察し、多量体化バイオミネラルリゼーションペプチドの銀ナノ構造体形成への効果について考察することもできました。

生物化学研究室での1ヵ月間、所属研究室での研究とは全く異なる研究をしました。非常に勉強になっただけでなく、実験をひと区切り終わらせることもできました。自分の力だけでは絶対にできなかったことでしたが、生物化学研究室の皆さんが優しく積極的に教えてくださり、知らないことがあればすぐ聞くことができました。お世話になった生物化学研究室のメンバーに感謝しています。



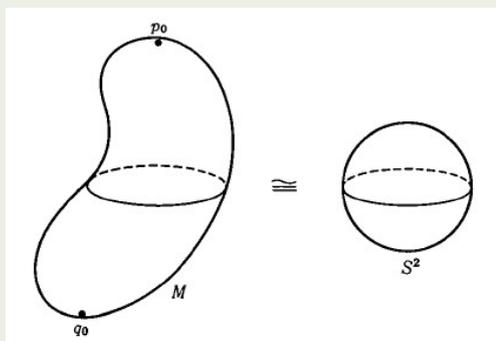
（左）有機金属化学研究室から生物化学研究室  
（いずれも総合化学院）に移籍した  
金 容俊さん



数学の視点から自身の研究を見つめ直すことができた  
異分野ラボビジット  
報告：堤 拓朗（リーディングプログラム3期生）

私は数学の概念を身につけることが理論化学者として重要であると考えています。そのため修士課程進学後から理学部数学科の講義を聴講し、数学に触れる機会を増やしてきました。特に所属する量子化学研究室で現在進めている「反応経路網に基づいた ab initio 分子動力学 (AIMD) 古典軌道解析手法の開発と応用の研究」では、 $3N-7$  次元 ( $N$  は原子数) のポテンシャル超球面上に存在する極小点と極大点、それらをつなぐ経路を 2 次元空間上に射影し地図のように可視化する方法を模索していました。そこで、数学の概念を用いて新しい可視化法を生み出せないか、自身の研究を数学の視点から見つめ直したいという思いから、トポロジーの概念をポテンシャル曲面に応用している理学研究院数学部門の荒井研究室を異分野ラボビジット先に志望しました。荒井研究室では、トポロジーに関する考え方の取得のため松本幸夫著『岩波講座 現代数学の基礎 Morse 理論の基礎』を読み、Morse 理論に関するゼミを毎週行いました。ゼミは私が参考書を読み、理解したことを板書してまとめるという形式で、「曲面上の臨界点の性質と Hesse 行列の定義」「Morse の補題の概要」「Morse 関数と曲面の形状の関係」「ハンドル分解」について学び、理解しました。

このたびの異分野ラボビジットを通じて、Morse 理論の理解のために必要な数学の予備知識と Morse 理論によって空間がどのように表現できるかということについて学習しました。Morse 理論についてさらに学ぶことで、自身の研究に対する理解が深まると感じました。今後は自身の研究と Morse 理論を結びつけ、QE1 で数理連携の研究提案が行えるよう準備を進めていきたいです。



図： Morse 関数と曲面の形状の関係。臨界点が 2 つ (点  $p_0$  と点  $q_0$ ) だけ持つ Morse 関数が存在する閉曲面 (左) と球面 (右) はトポロジ的に同じ形である (微分同相である)。

出典 松本幸夫『岩波講座現代数学の基礎 Morse 理論の基礎』(岩波書店、1997)

## ■ 2)数理物質科学講義

フロンティア数理物質科学 I、 II、 III は必修単位（各 1 単位）であり、数理連携のために必要な数学の基礎知識を習得し、抽象的な思考力および俯瞰力を身につけることを目的としました。開講時期は I（M1 後期）、II（M2 前期）、III（M2 後期）です。

### 2-1) フロンティア数理物質科学 I、 II

フロンティア数理物質科学 I と II は通常の講義形式です。なお、講義の途中には随時アクティブラーニングを導入しました。すぐには解答を得られない問題に対してプログラム生がミニグループで話し合い、その結果について討論するというものです。これによりプログラム生は、新しく学習する数学概念・用語について、ただ受け身で聞くのではなく、なぜその概念を導入・考察する必要があるのかについて考えます。これによりその背景にある数学の諸概念や公式の意味についての理解を促進し、自身の研究や社会の問題解決に役立つ可能性を探るだけの素養を身につけさせます。また、次のステップであるフロンティア数理物質科学 III において数学者と議論するために、事前準備として数学者の考え方についても紹介します。

## ■ 平成 26 年度

### ■ フロンティア数理物質科学 II 前期開講／パイロット生対象

大学院理学院共通科目「数理科学概説」を「フロンティア数理物質科学 II」相当として認定しました。担当は数学部門坂井哲准教授、由利美智子教授で、内容は統計力学の数学的な取扱いと力学系です。講義ではかなり丁寧に説明されていましたが、やはり数学専攻以外のプログラム生には難しかったようです。そのため年度当初の予定では後期も同じく理学院共通科目「数理科学講義」を活用することになっていましたが、特任教員による講義開始を前倒しし、内容をよりプログラム生向けとした形で再設計しました。

## 2.プログラムの進捗状況

### ■ フロンティア数理物質科学 I 後期開講／パイロット生・1期生対象

第3セメスター金曜日5講時に開講しました。パイロット生は第1回と第2回を聴講し、後は過去の数理連携のイベントにおけるアクティビティをもって単位を認定し、後述のフロンティア数理物質科学 III に移行しました。

- 第1回 | 数理連携への導入
- 第2回 | トポロジー入門
- 第3回 | 対称性と群論
- 第4回 | 平面曲線の曲率
- 第5回 | 空間曲線の曲率と線形代数の復習
- 第6回 | 曲面のガウス曲率と平均曲率
- 第7回 | 極小曲面
- 第8回 | 極限の定義の再考と誤差評価

### ■ 平成27年度

#### ■ フロンティア数理物質科学 II 前期開講／1期生対象

受講生全員の都合のよい時間がなかったため2組に分けて、第1セメスターの火曜日と木曜日の1講時に開講しました。

- 第1回 | BZ反応の数理モデル（オレゴネーター）の解析
- 第2回 | 関数空間
- 第3回 | 熱方程式の導出と定性的解析
- 第4回 | ラプラシアンの特値とフーリエ解析
- 第5回 | グラフ理論とトポロジカルインデックス
- 第6回 | 変分法（エネルギー最小化問題）
- 第7回 | PCによる数値計算（オイラー法）
- 第8回 | PCによる数値計算（ルンゲ・クッタ法）、社会における数学の応用例紹介

#### ■ フロンティア数理物質科学 I 後期開講／2期生・1期編入生対象

2クラスに分けて、第3セメスターの火曜日と木曜日の5講時に開講しました。

- 第1回 | BZ反応の数理モデル（オレゴネーター）の解析
- 第2回 | 社会における数学の応用例
- 第3回 | 微分の意味再考
- 第4回 | 行列の固有値とその応用、線形常微分方程式の解法
- 第5回 | 極限の定義の再考と誤差評価
- 第6回 | PCによる数値計算（オイラー法）
- 第7回 | トポロジー入門

## ■ 平成 28 年度

### ■ フロンティア数理物質科学 II 前期開講/2 期生・1 期編入生対象

第 1 セメスター水曜日の 1 講時に開講しました。

- 第 1 回 | PC による数値計算の基礎 (オイラー法の復習、ルンゲ・クッタ法)
- 第 2 回 | 変分法 (エネルギー最小化問題)
- 第 3 回 | 対称性と群論
- 第 4 回 | 熱伝導の数理モデル (熱方程式) の導出とその解の理論的性質
- 第 5 回 | 曲面のガウス曲率と平均曲率、極小曲面
- 第 6 回 | 最小 2 乗法、関数空間
- 第 7 回 | ラプラシアンの特値とフーリエ級数
- 第 8 回 | グラフ理論と分子構造のトポロジカル・インデックス

### ■ フロンティア数理物質科学 I 後期開講/3 期生・2 期編入生対象

2 クラスに分けて、第 3 セメスターの水曜日と木曜日の 4 講時に開講しました。

- 第 1 回 | BZ 反応(ペロウソフ・ジャボチンスキー反応) の数理モデルの導出
- 第 2 回 | 群論による分子対称性の記述
- 第 3 回 | BZ 反応(ペロウソフ・ジャボチンスキー反応) の数理モデルの解析
- 第 4 回 | トポロジーによる分子の構造予測
- 第 5 回 | 厳密な数列の極限の紹介とそれを用いた誤差評価の議論
- 第 6 回 | 微分の意味の考察とその応用例である円周率の計算法の紹介
- 第 7 回 | 数値計算の基本的な考え方 (オイラー法)
- 第 8 回 | 科学系論文で使われている数値計算法の紹介 (ルンゲ・クッタ法)

## ■ 平成 29 年度

### ■ フロンティア数理物質科学 II 前期開講/3 期生・2 期編入生対象

2 クラスに分けて、第 1 セメスター月曜日の 3 講時と金曜日の 2 講時に開講しました。

- 第 1 回 | 熱伝導の数理モデル (熱方程式) の導出
- 第 2 回 | 変分法 (エネルギー最小化問題)
- 第 3 回 | 平面曲線の曲率
- 第 4 回 | 熱伝導の数理モデル (熱方程式) の解の理論的性質
- 第 5 回 | 曲面の平均曲率, 極小曲面
- 第 6 回 | 最小 2 乗法とその理論的背景
- 第 7 回 | ラプラシアンの特値とフーリエ級数
- 第 8 回 | 平均曲率流方程式と界面の動き

## 2.プログラムの進捗状況

### ■ フロンティア数理物質科学 I 後期開講/3期生・2期編入生対象

2クラスに分けて、第3セメスターの水曜日と木曜日の4講時に開講しました。

- 第1回 | BZ 反応(ペロウソフ・ジャボチンスキー反応)の数理モデルの導出
- 第2回 | 群論による分子対称性の記述
- 第3回 | BZ 反応(ペロウソフ・ジャボチンスキー反応)の数理モデルの解析
- 第4回 | トポロジーによる分子の構造予測
- 第5回 | 厳密な数列の極限の紹介とそれを用いた誤差評価の議論
- 第6回 | 微分の意味の考察とその応用例である円周率の計算法の紹介
- 第7回 | 数値計算の基本的な考え方(オイラー法)
- 第8回 | 科学系論文で使われている数値計算法の紹介(ルンゲ・クッタ法)

### ■ 平成30年度

### ■ フロンティア数理物質科学 II 前期開講/4期生・3期編入生対象

第1セメスター火曜日の2講時に開講しました。

- 第1回 | 熱伝導の数理モデル(熱方程式)の導出
- 第2回 | 平面曲線の曲率
- 第3回 | 群論による分子対称性の記述
- 第4回 | 熱伝導の数理モデル(熱方程式)の解の理論的性質
- 第5回 | 曲面の平均曲率, 極小曲面
- 第6回 | 最小2乗法とその理論的背景
- 第7回 | ラプラシアンの特値とフーリエ級数
- 第8回 | 平均曲率流方程式・企業における数学の活用事例紹介

### ■ フロンティア数理物質科学 I 後期開講/5期生・4期編入生対象

第4セメスター火曜日の3講時に開講しました。

- 第1回 | 熱伝導の数理モデル(熱方程式)の導出
- 第2回 | トポロジーによる分子の構造予測
- 第3回 | 群論による分子対称性の記述
- 第4回 | 変分法(エネルギー最小化問題)
- 第5回 | 曲線と曲面の曲率
- 第6回 | トポロジカル・インデックスとグラフ理論
- 第7回 | 最小2乗法とその理論的背景

## 2-2) フロンティア数理物質科学Ⅲ

フロンティア数理物質科学Ⅲはセミナー形式です。基本としてプログラム生5人に、講師として数学教員、RAとして数学専攻の博士課程大学院生または研究生を配置し、それにリーディング特任教員が加わり1グループを作ります。

セミナーではプログラム生は順番に自身の研究内容について発表しました。その際に異分野のプログラム生および数学教員などが聴講していることを想定して準備することを心がけさせます。発表後は質疑応答を行い、議論を通して異分野の研究者の発想に触れることで俯瞰力を養成し、さらに自身の研究内容に対する専門力の強化を目指しました。さらに専門外の聴衆に対してどのように発表すれば内容が伝わるかを考えさせる機会としました。この経験は後のグループワークおよびアウトリーチ演習へと生かされます。また、実際に数理連携ができるポイントを探し、可能ならば引き続き数学者と議論を行うきっかけとしました。

全8週の具体的な講義スケジュールは以下の通りです。なお、数学教員およびRAはプログラム生からの質問を随時受け付けており、適宜教員側からの数学的な提案も行います。

### 第1週 | チームビルディング

数学教員や他のプログラムへの自己紹介として、各自10分（+質疑応答5分）程度ずつ自己紹介および研究内容の概要を発表しました。

### 第2週－第6週 | 課題発見

週に1名ずつ、20分講演+65分程度質疑応答（講演中の質問および聴講者側の内容に対するミニブレインストーミングなど、アクティブラーニングの時間を含む）を行います。

### 第7回－第8回 | 課題解決

上記の発表時に発見した課題や回答しきれなかった質問などについて調査・考察してきたことを1人30分程度ずつ発表し、さらに討論を行います。

また、指導の際には下記の内容を心がけています。

- ◆ 研究室のセミナーや専門の研究集会の発表ではないので、最新の実験結果のみでなく「研究背景や動機」「既存の結果と比較した自身の立ち位置」などを交えつつ発表するよう事前に連絡しておきます。
- ◆ 初回の発表では専門用語を多用しがちなため、噛み砕いて説明するよう指導しました。

### I 平成 26 年度 パイロット生対象

講義開始時期と他イベントとの日程上の兼ね合いから 2 つのグループに分け全 6 回に短縮して行いました。残りの講義の 2 回分には第 3 回全国博士課程教育リーディングプログラム学生会議ワークショップ立ち上げを通したファシリテーション講習を充てました。

- ◆ **グループ 1** (金曜日 1 講時開講)

数学教員：利根川 吉廣 (数学専攻教授、プログラム副コーディネーター)

特任教員：黒田 紘敏 (リーディングプログラム特任准教授)

- ◆ **グループ 2** (水曜日 1 講時開講)

数学教員：久保 英夫 (数学専攻教授、プログラム担当教員)

特任教員：中富 晶子 (リーディングプログラム特任准教授)

| 特記事項 |

Qualifying Examination 1 と本講義での発表をきっかけとして、プログラム生の高橋陸と数学専攻利根川吉廣教授らの間で膨潤するゲルの変形機構に関する継続的なディスカッションが行われ、現象を数学的に説明することに成功しました。この結果は後に論文として投稿されました。

## Ⅰ 平成 27 年度 1 期生対象

1 期生 19 名と RA 雇用のパイロット生 1 名を 5 人ずつ 4 グループに分けて実施しました。特任教員の枠はすべて黒田紘敏特任准教授が担当しました。また、各グループに 2 名ずつ数学専攻大学院生や研究生をチューターとして配置して、プログラム生との質疑応答および発表内容をまとめたファイル作成を担当しました。

- ◆ **グループ 1**（火曜日 1 講時開講）  
数学教員：荒井 迅（数学専攻准教授、プログラム担当教員）
- ◆ **グループ 2**（水曜日 1 講時開講）  
数学教員：Elliott GINDER（数学専攻助教）
- ◆ **グループ 3**（木曜日 1 講時開講）  
数学教員：行木 孝夫（数学専攻准教授）
- ◆ **グループ 4**（金曜日 1 講時開講）  
数学教員：栄 伸一郎（数学専攻教授、プログラム担当教員）

### | 特記事項 |

本講義を通じて数名のプログラム生と数理連携の可能性を探ることができました。1 期生の榊祥太および陳旻究は QE1 および本講義を通して考察した自身の研究に関する数理モデルを論文に加える予定です。これらは、メカニズムが不明な新たな実験結果について、その現象がみられることについての説明を与えるものです。

## Ⅰ 平成 28 年度 2 期生・1 期編入生対象

2 期生 8 名と 1 期編入生 1 名、および数学専攻 2 期編入生 1 名の計 10 名を対象とし、5 人ずつ 2 グループに分けて実施しました。特任教員の枠はすべて特任准教授の黒田紘敏と山本靖典が担当しました。また、各グループにそれぞれ 1 期生 1 名と 3 名の数学部門研究生をチューターとして配置して、プログラム生との質疑応答および発表内容の振り返りへの協力を担当しました。

- ◆ **グループ 1**（木曜日 1 講時開講）  
数学教員：正宗 淳（数学専攻教授、平成 29 年 4 月からプログラム担当教員）
- ◆ **グループ 2**（金曜日 1 講時開講）  
数学教員：久保 英夫（数学専攻教授、プログラム担当教員）

### Ⅰ 平成 29 年度 3 期生・2 期編入生対象

3 期生 10 名と 2 期編入生 3 名、および 2 期生 1 名の計 14 名を対象とし、4-5 人ずつ 3 グループに分けて実施しました。特任教員の枠はすべて特任准教授の黒田紘敏と山本靖典が担当しました。また、各グループにそれぞれ 2 期生 1 名と 3 名の数学部門研究生をチューターとして配置して、プログラム生との質疑応答および発表内容の振り返りへの協力を担当しました。

- ◆ **グループ 1**（水曜日 1 講時開講）  
数学教員：行木 孝夫（数学専攻准教授）
- ◆ **グループ 2**（木曜日 1 講時開講）  
数学教員：栄 伸一郎（数学専攻教授、プログラム担当教員）
- ◆ **グループ 3**（金曜日 1 講時開講）  
数学教員：寺本 央（数学専攻准教授）

### Ⅰ 平成 30 年度 4 期生・3 期編入生対象

第 4 セメスターに集中的に開講しました。全 7 回の具体的な講義スケジュールは以下の通りです。なお、数学教員および RA はプログラム生からの質問を随時受け付けており、適宜教員側からの数学的な提案も行います。

#### 第 1 回 | ブレインストーミング

数学教員から本講義を受講する際の心構えを伝え、短時間でプログラム生自身の研究内容を含む自己紹介を行い、異分野の聴衆にも伝わりやすくなるように研究内容の整理をしました。

#### 第 2 回 - 第 5 回 | 課題発見

各回 1 名ずつ担当を決め、20 分講演 + 60 分程度質疑応答 + 10 分相互評価・振り返りを行いました。

#### 第 6 回 - 第 7 回 | 課題解決

上記の発表時に発見した課題や回答しきれなかった質問などについて調査・考察してきたことを 1 人 30 分程度ずつ発表し、さらに討論を行いました。

また、指導の際には下記の内容を心がけました。

- ◆ 研究室のセミナーや専門の研究集会の発表ではないので、最新の実験結果のみでなく「研究背景や動機」「既存の結果と比較した自身の立ち位置」などを交えつつ発表するよう事前に確認しておきました。
- ◆ 初回の発表では専門用語を多用しがちなため、噛み砕いて説明するよう指導しました。



平成 26 年度 フロンティア数理物質科学 I  
報告：黒田 紘敏（リーディングプログラム特任准教授）

平成 26 年度後期に 1 期生を対象とした必修科目「フロンティア数理物質科学 I」を開講しました。本科目は数理連携のために必要な数学の基礎知識の習得を目的としています。講義内ではさまざまな公式・計算法を取り扱いますが、単なる紹介にとどまらない指導を行います。物質科学系の学科では触れられることのなかった新しい概念や公式について、ただ暗記させるのではなくその概念を考える意義や紹介した公式が成り立つ背景・証明および応用例まで含めた説明を心がけています。また、教員の板書のみではなく、講義内で定期的にミニグループワークも実施しました。このミニグループワークは、すぐには解答がわからない問題・答えが 1 つとは限らない問題などについて少人数のグループ内で議論し、まとまった意見を順に発表する形式で実施します。当然、教員の方で少なくとも 1 つは数学的な答えを準備していくのですが、受講生からは斬新な解答や突拍子もない発想が出されることも少なくありませんでした。学生が主体的に物事を考察する機会を設けることが目的でしたが、それに留まらず教員側にもなかなか刺激的な時間となりました。

本科目の内容は来年度前期開講予定のフロンティア数理物質科学 II へと続き、より応用面の話題が増えてきます。フロンティア数理物質科学の講義を通して、プログラム生の皆さんが抽象的な思考力や俯瞰力を身につけることを期待します。



(左) フロンティア数理物質科学担当の黒田紘敏特任准教授。



(右) 少人数のグループで議論するプログラム生。

### ■ 3) QE1 における数理連携

#### Ⅰ 平成 26 年度 パイロット生対象

パイロット生 11 名のうち、5 名が数理連携の課題に取り組みました。

このうち、住谷、高橋の 2 名はそれぞれ QE1 の内容をブラッシュアップしたものを論文として投稿しており、住谷の論文は出版されました。

Y. Sumiya, Y. Nagahata, T. Komatsuzaki, T. Taketsugu, S. Maeda, “Kinetic Analysis for the Multistep Profiles of Organic Reactions: Significance of the Conformational Entropy on the Rate Constants of the Claisen Rearrangement”, *The Journal of Physical Chemistry A*, **2015**, *119*, 11641–11649.

#### Ⅰ 平成 27 年度 1 期生対象

1 期生 19 名のうち、7 名が数理連携の課題に取り組みました。また、1 名は異分野融合として課題を提出しましたが、内容の審査後に数理連携と変更になりました。

#### Ⅰ 平成 28 年度 2 期生対象

2 期生 12 名のうち、4 名が数理連携の課題に取り組みました。

また、パイロット生高橋陸と 1 期生榊祥太の 2 名はそれぞれ QE1 の内容をブラッシュアップしたものを論文として投稿しており、高橋の論文は出版されました。また、榊の論文は採択されました（平成 29 年 5 月に出版）。

Riku Takahashi, Yumihiko Ikura, Daniel R. King, Takayuki Nonoyama, Tasuku Nakajima, Takayuki Kurokawa, Hirotohi Kuroda, Yoshihiro Tonegawa and Jian Ping Gong, “Coupled instabilities of surface crease and bulk bending during fast free swelling of hydrogel”, *Soft Matter*, **2016**, *12*, 5081–5088.

---

## ■ 平成 29 年度 3 期生対象

平成 29 年度は 3 期生 14 名のうち、4 名が数理連携の課題に取り組みました。

## ■ 平成 30 年度 4 期生対象

平成 30 年度は 4 期生 9 名のうち、2 名が数理連携の課題に取り組みました。



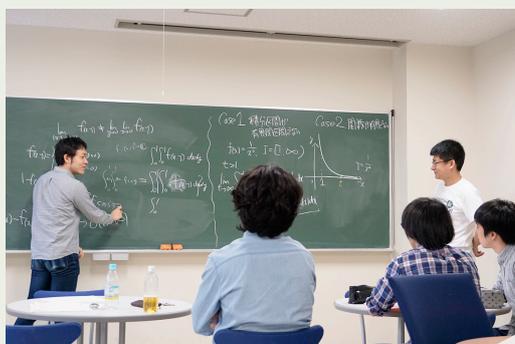
### 数理連携で新たな発想の獲得を目指す

報告：黒田 紘敏（リーディングプログラム特任准教授）

リーディングプログラム修了要件の1つである Qualifying Examination1 (QE1) が、修士課程2年の2期生を対象として実施されました。QE1は「異分野横断型」あるいは「数理連携」のいずれかのテーマを選択し、総説作成と研究提案を行うものです。「異分野ラボビジット」や数理科学講義などを通して、周辺領域を広く見渡せる俯瞰力が身に付いたかを書類および口頭試問で審査されます。

特に本プログラムの特色の1つである数理連携の取り組みとして、必修科目「フロンティア数理物質科学 I,II」が開講されており、数理科学分野で用いられる様々な概念や応用例を学習します。本講義は抽象的な議論に慣れることで数学の普遍性を理解することを目指し、そのためにアクティブラーニングを導入しています。例えば、新しく学ぶ概念について、その考え方の必要性や有用性などを学生どうしで討論させ、積極的に数理的な考え方に触れる機会を設けることで理解を深めます。

また、本プログラムの数理連携に関しては、数学部門教員や学術研究員が協力し、研究提案準備のための勉強会を行っています。最初の頃は、プログラム生が分野を超えて意思疎通することに苦労する場面も見られましたが、現在ではお互いの興味・関心を踏まえて議論が進むケースが増えてきました。プログラム生の研究内容にも興味深いものが多く、教員側からはお互いに勉強になるのでぜひ継続的に行いたいという意見も出ています。当初はプログラムの掲げる数理連携は、大きな挑戦にも見えましたが、近頃は数理連携を実行できる人材育成を目指す新しい博士課程教育の形およびそのための協力体制の構築がうまく進行していると感じています。



(左) 研究提案準備のための勉強会の様子。  
数学部門の教員や学術研究員が協力して行っている。

## ■ 4)数理連携に関するイベント

### ■ 平成 26 年度

イベント名 | フロンティア物質科学 特別講演会  
「数学が拓く物質科学の地平 俯瞰力とブレークスルー」  
日 時 | 平成 26 年 7 月 3 日  
会 場 | 北海道大学学術交流会館 大講堂  
参 加 者 | パイロット生全員

イベント名 | クロスボーダーシンポジウム  
日 時 | 平成 27 年 1 月 17 日 - 18 日  
会 場 | 北海道大学理学部 4 号館 4-501  
参 加 者 | プログラム生 4 名

### ■ 平成 27 年度

イベント名 | 科学技術・学術政策研究所/研究教育振興局数学イノベーションユニット  
共催講演会「数学は世界を変えられるか? 忘れられた科学-数学から  
10 年 数学イノベーションの現状と未来」  
日 時 | 平成 27 年 4 月 16 日  
会 場 | 文部科学省 13 階 1-3 会議室  
参 加 者 | プログラム生 7 名

イベント名 | 日本とイタリアの親善企画: 大学の国際化に向けて「マネー・プロブレ  
ム、ジョブ・マーケット、そしてカオス: イタリア経済と日本経済から  
観た価値の分配の数理科学と経済学」  
日 時 | 平成 27 年 7 月 29 日  
会 場 | 北海道大学 フロンティア応用科学研究棟 鈴木章ホール  
参 加 者 | プログラム生 2 名

イベント名 | JST CREST-PRESTO Symposium 2015 「22 世紀創造のための数学」  
日 時 | 平成 27 年 9 月 28 日 - 10 月 1 日  
会 場 | 前半: 富士ソフトアキバプラザ / アキバホール  
後半: ステーションコンファレンス東京  
参 加 者 | プログラム生 2 名

## 2.プログラムの進捗状況

イベント名 | 統計数理研究所 数学協働プログラム ワークショップ「大自由度分子系における化学反応機序の理解と制御」

日 時 | 平成 27 年 10 月 31 日 - 11 月 1 日

会 場 | 北海道大学 理学部 3 号館 202 号室

参 加 者 | プログラム生 2 名

イベント名 | サイエンスカフェ「自在の翼を手に入れろ～ブルーインパルスの飛行技術と不安定からの数学的発想～」

日 時 | 平成 28 年 1 月 16 日

会 場 | 紀伊國屋書店札幌本店 1 階インナーガーデン

参 加 者 | プログラム生 2 名

イベント名 | 文部科学省委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」調査報告シンポジウム「世界が変わる・数学が変える」

日 時 | 平成 28 年 2 月 20 日

会 場 | 東京大学駒場キャンパス 数理科学研究科棟 大講義室

参 加 者 | プログラム生 4 名

## 平成 28 年度

イベント名 | 数理科学セミナー (Ambitious 物質科学セミナー併催)  
「人口学と確率過程～離散・連続, 二つのランダムネスと個体群動態～」

講 師 | 大泉 嶺 氏 (厚生労働省 政策統括官付 社会保障担当参事官室  
人口問題専門官)

日 時 | 2016.6.3

会 場 | 北海道大学 理学部 3号館 3-307 号室

参 加 者 | プログラム生 2 名

イベント名 | フロンティア物質科学 特別講演会  
「数理科学が創るインクルージョン社会」

日 時 | 2016.6.10

会 場 | 北海道大学理学部 5 号館大講堂

参 加 者 | プログラム生 31 名 (必修イベント)

イベント名 | Study Group Workshop 2016

日 時 | 2016.7.27-8.2

会 場 | 前半：九州大学 伊都キャンパス ウエスト1号館  
後半：東京大学大学院 数理科学研究科

参 加 者 | プログラム生 2名

イベント名 | 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会

日 時 | 2016.11.19

会 場 | 明治大学中野キャンパス

参 加 者 | プログラム生 2名

イベント名 | クロスボーダーシンポジウム

日 時 | 2017.1.8-9

会 場 | 北海道大学理学部 4号館 4-501室

参 加 者 | プログラム生 6名

イベント名 | CREST・さきがけ・数学協働プログラム合同シンポジウム  
「数学パワーが世界を変える」

日 時 | 2017.2.11-12

会 場 | 東京大学駒場キャンパス 数理科学研究科棟 大講義室

参 加 者 | プログラム生 4名

イベント名 | 北大数学OB・OG講演会 (Ambitious 物質科学セミナー併催)

「数学を通じ科学をまちに出す～はこだて国際科学祭が教えてくれたこと～」

講 師 | 下郡 啓夫 氏 (函館工業高等専門学校 一般理数系 教授/  
はこだて国際科学祭 ディレクター)

日 時 | 2017.2.22

会 場 | 北海道大学理学部 4号館 4-501室

参 加 者 | プログラム生 4名

## 平成 29 年度

イベント名 | OLIS - 北海道大学 保険フォーラム

「保険業界におけるアクチュアリーと数学の応用」

日 時 | 2017.10.14

会 場 | 北海道大学理学部 5号館大講堂

参 加 者 | プログラム生 2名

## 2.プログラムの進捗状況

イベント名 | ALP セミナー  
中空糸膜を介したガス溶解の 数学モデルと人工心肺への応用  
日 時 | 2017.11.2  
講 師 | 佐野 吉彦 氏 (静岡大学大学院総合科学技術研究科工学専攻)  
会 場 | 北海道大学理学部 3 号館 3-210  
参 加 者 | プログラム生 3 名

イベント名 | CREST・さきがけ・AIMaP 合同シンポジウム  
「数学パワーが世界を変える 2018」  
日 時 | 2018.1.19-21  
会 場 | 日本橋ライフサイエンスビルディング、アキバホール  
参 加 者 | プログラム生 6 名

### I 平成 30 年度

イベント名 | 市民講演会 AI 時代における新しい生き方「数学者のデザイン力 企業における成功事例」  
日 時 | 2018.7.7  
会 場 | 北海道大学 学術交流会館  
参 加 者 | プログラム生 6 名

イベント名 | 北海道大学電子科学研究所 附属社会創造数学研究センター  
公開シンポジウム  
～数理連携 (知のオープンファシリティ) の現状と未来～  
日 時 | 2018.8.24-25  
会 場 | 北海道大学 フロンティア応用科学研究棟  
参 加 者 | プログラム生 20 名

イベント名 | ALP セミナー  
「流体を対象としたトポロジー最適化の基礎と課題」  
「定常線形偏微分方程式による幾何学的特徴量の抽出法と工学分野への展開について」  
日 時 | 2018.11.15  
講 師 | 矢地 謙太郎 氏 (大阪大学大学院工学研究科)  
山田 崇恭 氏 (京都大学大学院工学研究科)  
会 場 | 北海道大学理学部 4 号館 4-501  
参 加 者 | プログラム生 10 名



**北大総長みずから数理連携による大学院教育の推進を宣言  
～フロンティア物質科学特別講演会・7.3 開催～  
報告：藤吉 隆雄（リーディングプログラム特任准教授）**

平成 26 年 7 月 3 日に特別講演会を開催しました。この取り組みの主眼の一つである数理連携教育について、数学が専門の山口佳三総長みずからが主導して推進すると決意表明し、東北大原子分子材料科学高等研究機構の西浦廉政教授が数理連携研究の先行事例を紹介しました。

山口総長はまず幾何学の歴史からスタート。非ユークリッド幾何学で直感的に理解できない世界へ進み、解析幾何学からガウスの曲面論への進歩で計算モデル化が進んだと説明しました。これらの事例から、物質科学を俯瞰しフロンティア開拓につながる数理連携教育を主導する決意を表明しました。続く西浦教授は多分野による対話の重要性について講演。18 世紀の英バーミンガムで化学工業の創始の引き金のひとつとなった月例懇親会「ルナー・ソサエティ」や、近年の東北大での数理連携研究の成果などを幅広く紹介しました。

イベントの最後には本プログラムのコーディネーターである理学研究院副研究院長の石森浩一郎教授も加わり、数学連携研究センター長の津田一郎教授の司会で総合討論を実施。数学者に限らない他の分野の研究者との交流の重要性のほか、数学者が多くの分野の研究者から最新動向を聞く意義も議論されました。



(左) 山口佳三総長、西浦廉政教授、津田一郎教授と石森浩一郎プログラムコーディネーターによる討論会の様子。



(右) 特別講演会後の記念撮影。

平岡先生のご講演では、本リーディングプログラムの目指す物質科学分野への数理連携に近い取り組みをご紹介いただきました。生命科学においては、タンパク質や DNA などの形・構造を正確に理解することが機能の理解や制御のためには重要です。もし対象が結晶のように周期的な構造をもつならば、幾何学モデリングにより形を記述し群論やフーリエ解析などの数学を用いることで、その構造を把握して機能を予測することができます。実際、タンパク質はその結晶の周期性から構造の高度な予測が可能となっています。しかしながら、非周期的な構造予測、例えばタンパク質の立体構造の変化による機能制御やガラスのアモルファス状態などは、構造の適切な特徴づけや予測に必要な膨大な情報量进行处理することが難しいとされてきました。今世紀に入って位相的データ解析 (Topological Data Analysis、以下 TDA) が開発され、解析が可能になってきました。これはトポロジーと呼ばれる分野を利用したもので、ホモロジーの概念を発展させたパーシステントホモロジーによって、ヘモグロビンのような構造変化を伴うタンパク質の機能制御に対して新たな知見を得ることができる非常に有用なツールになります。また、数学の普遍性という性質上、TDA はセンサーネットワークなど様々な分野で応用が可能であり、数学分野の発展とともに、諸科学の発展が期待されているそうです。

最後の意見交換では、数学と連携した研究のシーズは山のようにあるとしたうえで、これらのシーズもしくは実用に即したニーズの中から、どのように研究対象を絞っていくのかということや、数学イノベーションに関わる数学者、特に純粋数学の研究者との数理の連携不足が課題として挙げられていました。

今回の講演会への参加を通じて、今後も数学的な視点を取り入れて研究に励んでいきたいと感じました。同時に数学の連携先である物質科学や生命科学の研究者からの課題抽出の重要性を認識する大変良い機会となりました。



総長山口佳三氏、廣川真男氏、西浦廉政氏らによる

特別講演会とパネルディスカッションを開催

報告：黒田 紘敏（リーディングプログラム特任准教授）

平成 28 年 6 月 10 日に数理連携の第一人者たちを招聘し、数学出身である北海道大学山口佳三総長を交えた講演会とパネルディスカッション「数理科学が創るインクルージョン社会」を開催しました。物質科学における数理連携や異分野融合を目指す際の解決すべき事柄、北海道大学における取り組みの様子などについて会場全体で考えました。

特別講演会では、最初に山口佳三総長から「数式に惑わされるな！「数覚」を養おう」と題する講演が行われ、学びにおける意識改革の重要性が強調されました。学ぶ側には、ネット上で知識のライブラリ化が進む昨今、自分の頭の中に知識を詰め込むのではなく、如何にそれらを統合していくのかという観点が必要であり、一方、教える側には、全てのコンテンツを提供するのではなく、虫食い算のような形で自ら思考するプロセスを促すような教授法の開発が望まれるという趣旨の問題提起がありました。これは、近い将来、多くの職業がロボットに取って代わられるような状況の中で、本当に身に付けるべき能力に直結する問いでもありました。

次に広島大学大学院工学研究院の廣川真男教授による講演「A Mathematical Alien's Adventure in the Physically Actual World」が行われ、異分野融合研究を実行する際の課題や協同に際したコミュニケーション方法などについて、体験談を交えながら紹介していただきました。必要な科学・技術を身に着けるにはその分野へ飛び込むのが有用であること



(左) 数理連携の第一人者たちを招聘した講演会の様子。

(右) 講演を行う山口佳三総長（役職は当時）。

## 2.プログラムの進捗状況

や、異分野のチームを組むためには各分野の価値観やメリットを把握したチームマネジメントが重要であることを強調されていたのが印象的でした。

続いて、プログラム生2名が数理連携活動の紹介、およびそこで感じた異分野融合を推進するための課題点や今後の大学教育に望むことを発表しました。

最後に、モデレーターとして東北大学原子分子材料科学高等研究機構の西浦廉政教授をお招きし、電子科学研究所附属社会創造数学研究センターの長山雅晴教授、石森浩一郎プログラムコーディネーターを加え、登壇者全員で数理連携の今後をテーマとしたパネルディスカッションを行いました。登壇したプログラム生は、数理連携の重要性を耳にすることは多いものの自分一人での実行は難しく、チームで取り組みやすい環境が必要であると訴えました。登壇された先生方からは北大および他組織における取り組みの様子が紹介され、西浦教授からは若いプログラム生による素直な意見は貴重であり、今後の数理連携には組織的なフォローやその推進のための仕掛けづくりが重要であるとまとめられました。また会場からは山口総長に向けて、リーディングプログラムで実施しているような専門の枠を超えたグループによるディスカッションの機会を、大学全体としてサポートしてほしいと要望が出る一幕もありました。

大学総長の講演を聴講し議論をするという機会は参加学生にとって非常に貴重なものです。数理連携の最前線で活動されている登壇者の方々からのメッセージを受けた学生たちの今後の活動に期待したいと思います。



(左) 登壇したプログラム1期生の陳旻究さんと半田悟さん。

(右) 写真：学内に掲示されたポスター。



## ■ 5)数学 JIR

平成 27 年 11 月 24 日－28 日と 12 月 7 日－11 日、小出重幸氏（日本科学技術ジャーナリスト会議 会長）と 富永 星氏（科学啓蒙書翻訳家）の 2 名のジャーナリストがそれぞれ滞在し、フロンティア数理物質科学 III をはじめとする本プログラムの講義の模様や、本学の数学専攻と科学技術コミュニケーション教育研究部門の教育・研究に関して取材しました。

「日本数学会 ジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）」と名づけられたこの取組みは、平成 22 年から全国の大学の数学教室等で展開されており、本学でも平成 26 年度に 2 名のジャーナリストを受け入れていました。本プログラムで実施した JIR では、プログラム生が社会における科学技術情報の受信媒介を担うジャーナリストから多様な手法と視点を獲得することに加え、ジャーナリストに本プログラムの数理連携の取組みを紹介することを通して、レピュテーション（評判）の向上と外部視線によるフィードバックを図ることを目指しました。平成 28 年度も JIR の取組みを継続し、2、3 名のジャーナリストの方々に数理連携の現場を理解・体感していただく機会を創出する予定です。

## ■ 平成 27 年度

### ■ 第 1 回 JIR

氏名：小出 重幸 氏（日本科学技術ジャーナリスト会議 会長）

期間：平成 27 年 11 月 24－28 日

### ■ 第 2 回 JIR

氏名：富永 星 氏（科学啓蒙書翻訳家）

期間：平成 27 年 12 月 7－11 日

### I 平成 28 年度

平成 28 年 10 月 17 日から 21 日まで、三輪佳子氏（フリーランス・ライター）が滞在し、フロンティア数理解物質科学 III をはじめとする本プログラムの講義の様態や、本学の数学専攻と科学技術コミュニケーション教育研究部門の教育・研究および本プログラム独自の研究倫理セミナーに関して取材しました。

「日本数学会 ジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）」と名づけられたこの取組みは、平成 22 年から全国の大学の数学教室等で展開されており、本学でも平成 26 年度には 2 名のジャーナリストを数学部門で、平成 27 年度も 2 名のジャーナリストを本プログラムで受け入れていました。本プログラムで実施した JIR では、プログラム生が社会における科学技術情報の受信媒介を担うジャーナリストから多様な手法と視点を獲得することに加え、ジャーナリストに本プログラムの数理連携の取組みを紹介することを通して、レピュテーション（評判）の向上と外部視線によるフィードバックを図ることを目指しました。今年度滞在三輪氏にも、自身の活動に関する Ambitious セミナー

を行っていただき、本プログラムの数学部門学術研究員との対談の様子を題材にホームページの活動報告記事の作成もお願いしました。

平成 29 年度も JIR の取組みを継続し、ジャーナリストの方々に数理連携の現場を理解・体感していただく機会を創出する予定です。

#### ■ 第 3 回 JIR

氏名：三輪 佳子 氏（フリーランス・ライター）

期間：2016.10.17-21

### I 平成 29 年度

平成 29 年 11 月 27 日から 12 月 1 日まで、石田雅彦氏（フリーランス・ライター）が滞在し、フロンティア数理解物質科学 I、III をはじめとする本プログラムの講義の様態や、本学の数学専攻と科学技術コミュニケーション教育研究部門の教育・研究および本プログラム独自の研究倫理セミナーに関して取材しました。

「日本数学会 ジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）」と名づけられたこの取組みは、平成 22 年から全国の大学の数学教室等で展開されており、本学でも平成 26 年度には 2 名のジャーナリストを数学部門で、平成 27 年度と平成 28 年度は合計 3 名のジャーナリストを本プログラムで受け入れていました。本プログラムで実施した JIR では、プログラム生が社会における科学技術情報の受信媒介を担うジャーナリストから多様な手法と視点を獲得することに加え、ジャーナリストに本プログラムの数理連携の取組みを紹介することを通して、レピュテーション（評判）の向上と外部視線によるフィードバックを図ることを目指しました。今年度滞在の石田氏にも、自身の活動に関する

---

Ambitious セミナーを行っていただき、本プログラムの数学部門学術研究員との対談の様子を題材に活動報告記事の作成もお願いしました。

今後も JIR の取組みを継続し、ジャーナリストの方々に数理連携の現場を理解・体感していただく機会を創出する予定です。

■ 第4回 JIR

氏名：石田 雅彦 氏（フリーランス・ライター）

期間：2017.11.27-12.1



### 数学者の精神の自由度が媒介する多分野連携

～北大物質科学リーディングプログラムの興味深いセミナー～

報告：小出 重幸（日本科学技術ジャーナリスト会議 会長）

物質科学、情報科学、土木・建築工学、生命科学……さまざまな領域の専門家や関係者が集まって、新たな研究領域を開拓する場合や、複雑な社会的課題の解決に取り組むときに、「現代数学が各領域を貫く共通言語を提供して、一気に課題の本質や解決への方向が見えてくることがあります……」ということ、最近しばしば耳にします。日本数学会の「ジャーナリスト・イン・レジデンス」(JIR)で北大の物質科学リーディングプログラム(ALP)取材して、改めてこの印象を強くしました。

ALP 講義のひとつであるフロンティア数理物質科学 III において、興味深いセミナーに出会いました。有機化学をはじめとしたさまざまな分野の物質科学の大学院生と数学者ら 7～8 人が、ひとつのテーマに知恵を出し合う試みです。

テーマの提供者は、構造化学を専攻するプログラム生修士 2 年の今野翔平さん。生体内で重要な働きをしているタンパク質のひとつ、シトクロム c の立体構造を研究しています。タンパク質は長いひも状の分子ですが、生物の体内ではその“ひも”が複雑に「折りたたまれた状態」に変化し働きます。その状態の変化がどんな条件やプロセスで起こるのか、それを解明するのが今野さんのねらいです。この「折りたたみ」は、脱水反応に関わることから、熱力学的な方程式でその機序を表現できないだろうか、この課題に呼応して数学



(左) フロンティア数理物質科学 III の授業風景。



(右) 小出 重幸氏（日本科学技術ジャーナリスト会議 会長）。

の研究者らが集まり、合同セッションとなったわけです。数学者からは、「変分解析学で扱えないか」、「勾配流の問題だろう……」などさまざまな質問が飛び、討論が始まりました。

やりとりを聴いて行くと、「化学反応」の実験は、物質の特性に伴うさまざまな「条件」に絡め取られ、一般化しにくい、すっきりした数式処理には乗ってこない、そんな状況も伝わります。北大電子科学研究所で数学を専攻するギンダー・エリオットさんは、「ひとつの地点から別の地点へものが落下する、その経路を把握する Gradient Flow、勾配流という考え方があります。この数学で表現できると思います。」と見立てました。もちろんこの日には結論が出ず、セミナー終了後に継続して議論を行うテーマとなりました。

私（小出）も北大・理学部の卒業ですが、在学中にはひとつのテーマに色々な領域の研究者が集まって討論する、まして数学者が集まるという姿をほとんど見ることはありませんでした。それだけに、この光景は新鮮な驚きでもありました。

3年前に数学 JIR プログラムで取材を始めて最初に感じたのは、現代数学を担う研究者たちが「極めて自由な発想を持っている」という素直な感慨でした。理論を積み上げてようやくひとつの課題を解いた——と喜んで、論理の不備を一点、突かれただけで、証明は一遍に瓦解、それまでの努力は胡散霧消してしまう。ところが、彼らはすぐ新たな登頂ルートの開拓を始め、証明の積み上げに取り組むのです。精神の自由度は、こうした日常によって鍛えられたもののようでした。近年、さまざまな境界領域で数学者の貢献が評価されるようになった背景には、こうした数学者の特性や、パーソナリティもあるように思えます。

北大でも ALP などいくつかのフレームにより、企業の抱える「最適化問題」や「ビッグデータ処理」など、さまざまな課題解決に取り組む数学協働プロジェクトが進んでいます。生命科学や気候変動、脳科学などの領域に加えて、NHK の特集番組「震災ビッグデータ」にも描かれたように、経済変動、災害時の住民行動、感染症の伝搬、電力・通信ネットワークなど、幅広い社会現象の解析にも、数学の参入が始まっています。その先になにが見えてくるのか、これは専門家でなくても興味ある場面。引きつづき JIR を通して北大の物質科学リーディングプログラムの動向を注視したいと思います。

==

小出 重幸（こいで・しげゆき）

日本科学技術ジャーナリスト会議 会長

読売新聞科学部長、英インペリアルカレッジ 科学コミュニケーション大学院研究員等を歴任。科学と社会の接面やトランスサイエンス領域で生じる様々な混乱を、科学政策も含めどう解決するかがテーマ。



### 大学院レベルで異文化間のギャップに慣れて視野を広げるためのプログラム～先生方の多様性が支える ALP の数理連携教育～ 富永 星（科学啓蒙書翻訳家）

12月初旬の一週間、北海道大学に滞在しました。これは、日本数学会の「ジャーナリスト・イン・レジデンス」によるものです。そのため、基本的に数学の側から見たレポートであることをお断りしたうえで、物質科学リーディングプログラム（ALP）と数理連携について感じたことを書いていきます。

今回の北大への滞在では、ALP 数理連携担当の黒田特任准教授の日程調整の労により、実質四日間で延べ 13 名もの先生方にじっくりとお話を聞くことができました。お時間を割いてくださった先生方と ALP スタッフの方々に心から感謝いたします。お話しを伺った先生方の内訳は、理学院数学専攻の 8 名、理学研究院化学部門の 1 名、電子科学研究所附属社会創造数学研究センターの 2 名、科学技術コミュニケーション教育研究部門 (CoSTEP) の 2 名です。さらに、ALP に所属する大学院生 5 人と数学教員によるアクティブラーニング形式の ALP 講義「フロンティア数理物質科学 III」を見学しました。これらの経験を通してもっとも強く印象に残ったのは、「数学を他の分野に向かって開かれたものにしていこう」、「従来は数学との関連がそれほど強くなかった分野と数学との連携を促進しよう」と考えて行動している先生方が、北大には大勢いるという事実でした。



(左) 社会創造数学研究センター長 小松崎民樹教授にインタビューする富永 星氏。



(右) 数学専攻 佐藤譲准教授にインタビューする様子。

数学専攻の先生方の話からは、数学の幅広さとともに、その「抽象」の力をあらためて感じることができました。「現象から出発して数理の世界に入り、その世界を突き進んだ果てに見えてくるものを改めて現象と照らし合わせる。その時に、純粹に数理の世界で得られた結果が現象と結びつくところに醍醐味がある」といった、数学の世界と現象（つまり数学の外）の世界とのリンクこそが「不思議@ワンダー@」であるというお話がありました。そうかと思うと、きわめて単純な「セルオートマトン」が力学系のモデルとしてどこまでのことを表現しているかを見極めるといった抽象的モデリングのお話などもありました。

また、総合化学院や附属社会創造数学研究センターの理論化学の先生方からは、各物質の特性に依拠した具体的で手作り感満載の化学という分野に理論の柱を打ち立てようとする試みについて伺いました。インタビューを通して、この種の取り組みにはむしろ数学的な思考が必要であることが実感されました。また CoSTEP の先生の話からは、科学コミュニケーションとは、伝えるべき科学像とはといった問題が浮かび上がりました。

ALP の教育活動にも参加されているこれらの先生方のお話を重ね合わせてみると、ALP の特徴が見えてきます。数学とほかの分野の連携で基本となる異文化交流に早くから慣れるための大学院レベルの実践的な講座が ALP だと位置づけられるでしょう。ALP は物質科学のプログラムということで、見学した講義の参加者は化学を中心とした分野の大学院生に限られていますが、そこに化学が専門ではない数学の教員が加わって受講生がそれぞれの研究を相互プレゼンするという形でした。短時間の見学ではありましたが、このような小グループでの体験でも十分に「異文化間のギャップ」を感じているであろうことが見て取れました。このような文化のギャップに直面して対処することそのものがかなりのエネルギーを要します。院生として研究に集中したい盛りの参加者たちにとっては、このようなプログラムが大きな負担に感じられる時もあるでしょう。しかし、その山を乗り越えて初めて、本当の意味で研究者としての視野を広げることができるのです。このような「異文化交流」的なプログラムは、今後さらに ALP のなかでも強化され、また ALP のプログラムをモデルとして他の分野へと広がることが望ましいと考えます。今回の札幌滞在を通して、そのような期待を改めて強くしました。

==

富永 星（とみなが・ほし）

科学啓蒙書翻訳家

京都大学数理科学系卒。図書館司書や中等教育教員などを経て、科学（主に数学）の一般向け啓蒙書および児童書の翻訳に進む。主な訳書は、『素数の音楽』（マーカス・デュ・ソートイ）、『若き数学者への手紙』（イアン・スチュアート）など。



### 北海道大学物質科学リーディングプログラムが進める 数理連携の現状と展望 報告：三輪 佳子氏（フリーランス・ライター）

北海道大学物質科学リーディングプログラム（以下 ALP）では平成 28 年度から、3 名のリサーチ・アシスタント（RA）が、院生指導・共同研究・もちろん自分自身の研究に取り組んでいます。日々の多様な業務の中、彼らは何を思っているのでしょうか？

「もともとの関心対象は現代数学を『きれいな』を使って量子力学を理解すること」と語る臼井耕太さんは、今、有機化学を専攻する院生と、化学反応の進む・進まないを数学的に研究しており、「反応が進むときに数学的に何が起きているか、見つけたところなんです」と嬉しそうです。さらに「理論物理や理論化学などで『数学を本気で気にしたら解けないから』で済まされている部分一つ一つを、それが現象の本質なのか、それとも今の手法に数学的な問題があるのか、明らかにしたいです。物理にも化学にも他分野にも、もちろん数学にも多大なメリットがあるはず」と希望を語ります。

予測理論の研究、特に予測を行う方法そのものに関する理論と応用を研究している笠原雪夫さんは、「数学と異分野のコラボは、数学を研究する者として嬉しい」と述べ、ALP の必修科目の一つ「自分の研究を他分野の人に説明する」の重要性を「スムーズには伝わらないのですが、ワイワイ議論したり、遠慮のない素人質問に『自分も実は良く知らなかった』と気づいたり、研究室の『あたりまえ』の根拠を答えられなかったり……楽しくて勉強になる、貴重な時間になっています」と語ります。



（左）数理物理学を専門とする臼井耕太さん。

（中央）調和解析を専門とする笠原雪夫さん。

（右）偏微分方程式を専門とする笹山智司さん。

「伸び縮みする物体の中での波の伝わり方を研究しています。波を表す数式を直接解くのは難しいので解ける形にすること、その『解ける』の確かさを数学的に実証することが研究内容です」と語る笹山智司さんは、学術研究の場でも企業でも広く活用されているコンピュータによる数理解析に「コンピュータを過信しているのでは？」と心配になるシーンが時々あるそうです。「データを解析ツールに入力して答えが出力されたとき、入力したデータから出た答えなのか、それともツールに入っている数式の性質から出た答えなのか、考える必要があるはず。でも考えるためには数学の専門性が必要なんですよ。数学がこれから貢献できる研究、たくさんありそうです」（笹山さん）

3人は、ALPの取り組みの意義を「異分野間コラボが盛り上がる土壌」（臼井さん）、「自分の研究を他分野の視点から見て何が足りないか自覚できる院生が、リーダーとして活躍する将来に期待」（笠原さん）、「数学が大切にしている論理的思考を研究計画に取り込む必要性が他分野から認識され始める機会」（笹山さん）と肯定的に語る一方で、共通の懸念を抱いています。

「複数分野の専門家育成は、プロジェクト型ではなく長いスパンで、学部を新設するほどの体制で取り組み、20年くらい続けないと、難しいと思います」（臼井さん）

長期に取り組みられてこそ意義あるALPの取り組みが継続され、研究にも人の育成にも社会の発展にも大きく貢献している数十年後を、心から願わずにいられません。

三輪 佳子氏 Ms. MIWA Yoshiko

フリーランス・ライター

大学院修士課程（物理学・光情報処理）修了後、企業内研究者を経てフリーランス・ライターになる。科学・技術を主な守備範囲としていたが、中途障害者となった経験から社会福祉・社会保障に関する執筆にも取り組む。2014年には一連の記事と単行本「生活保護リアル」（日本評論社）で貧困ジャーナリズム大賞を受賞。現在は大学院博士課程で生活保護政策の政治過程も研究している。

