

# 2012年度後期・数理解析・計算機数学III

## 理学部数理学科4年・大学院多元数理科学研究科

講義担当: Jacques Garrigue

### 講義の内容

今回のテーマは「関数型プログラミングとプログラムの証明」である。

### 講義の目的

関数型言語は表現力が高いながら、バグが発生しにくい。強い型システムが様々な整合性を確認するので、問題が未然に発見できる。さらに、プログラムの構造が証明に近いので、プログラムの正しさが証明しやすい。前半では、関数型プログラミング言語 Objective Caml の基本的な使い方を習いながら、プログラムの正しさや型システムの理解を深める。後半では型理論に基づいた定理証明支援系 Coq でコンピューターによる証明の基本を習い、プログラムの証明に応用する。

### 授業の進め方

基本的には、1時限目を講義、2時限目をその実習とする。ただし、1・2時限目両方を講義にあてることや、実習開始時間を変えることもありうる。実習には、情報メディア教育センターの「理学部サテライトラボ」を利用する予定である。

**実習について** 基本的には計算機数学I・IIと同じように実習を行なう。プログラムの制作と実行のために emacs と ocaml および Coq を利用するが、それ以外のソフトウェアはサポートしない。

**出席について** 講義に関して、毎回出席を取るが成績には一切関係しない。授業後には「感想・その他」を下記メールアドレスに送って下さい。

### 評価の方法

学期途中に提出していただいた OCaml のレポート問題と学期末の Coq の証明課題をもとに評価する。どちらも授業の応用であり、実習時間内に質問もできる。

レポートはプログラムと理論があり、後者は授業中に学んだ理論について、いくつかの課題を与え、解いていただく。それほど難しい課題ではないが、証明能力を重視する。

採点方針として、それぞれの課題が部分的に解ければ可とし、レポートのでき次第でそれ以上の点数を与える。

どちらもメールで出して下さい。

### 連絡先

|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| 講義に関するメール   | comp3-2012@math.nagoya-u.ac.jp |
| それ以外        | garrigue@math.nagoya-u.ac.jp   |
| Office hour | 水曜日 17時～18時 理 1-405 号室         |

## 教科書

教科書を使わない。参考書として

- OCaml-Nagoya 著, 入門 OCaml・プログラミングの基礎と実践理解, 毎日コミュニケーションズ, 2007 年
- 五十嵐淳著, プログラミング in OCaml, 技術評論社, 2007 年

を挙げておく。また, 講義資料は以下の URL から入手できる。

[http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~garrigue/lecture/2012\\_AW/index.html](http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~garrigue/lecture/2012_AW/index.html)

## 講義予定

以下の予定で講義を行なう。しかし, これは「現在での予定」であって, 変更がありうる。

第 1~4 回 (10/3・10・17・24)

Objective Caml プログラミングの基礎

- 関数と値の定義
- 型の概念と型推論
- 高階関数と汎関数
- 再帰関数
- リストと構造的帰納法

第 5~6 回 (10/31・11/7)

再帰的アルゴリズム

第 7 回 (11/14)

抽象化・抽象データ型とモジュール

11/21 と 12/12 休講

第 8~11 回 (11/28・12/5・19・1/9) 定理証明支援系 Coq の基礎

- Coq で関数型プログラミング
- Coq の論理
- 述語論理と帰納法
- 帰納的な定義

第 12~14 回 (1/16・23・30)

Coq によるプログラムの証明