

# プログラミングの構造的理解を指向した部品の 段階的拡張手法の提案と支援システムの開発・評価

古池 謙人\*, 東本 崇仁\*\*, 堀口 知也\*\*\*, 平嶋 宗\*\*\*\*

## Proposal of the Expandable Modular Statements Method for Structural Understanding of Programming, and Development and Evaluation of a Learning Support System

Kento KOIKE\*, Takahito TOMOTO\*\*, Tomoya HORIGUCHI\*\*\*, Tsukasa HIRASHIMA\*\*\*\*

Blocks of programming code can be understood according to the functions they serve, and these blocks can be saved for later reuse. When trying to grasp the functioning of large programs, it is important to understand blocks of code as functionally significant chunks, which this study refers to as “modules”. Further, we position “structural understanding” as the ability to recognize and acquire significant blocks of code as modules, to recognize and acquire combinations of modules as larger modules, and to create combinations of these larger modules. We propose the Expandable Modular Statements Method as a learning support method for structural understanding in which learners first examine programs line-by-line to construct modules for each significant chunk of code and modify constructed modules by adding code or existing modules. Development and evaluation of a system employing this method demonstrate learner receptivity and the system’s usefulness for structural understanding.

キーワード：部品の段階的拡張手法，段階的な思考，構造的理解，学習支援システム

### 1. はじめに

プログラミングにおいては、if 文や for 文などのさまざまな処理を組み合わせて要求された事柄（例えば、入力データを操作し、期待した出力を行わせるなど）を実現できることが重要である。しかし、「入力 A と入力 B を足して出力する」ということを行う極めて単純なプログラムでも、「足す」処理と「出力する」処理の二つが必要となる。より複雑なプログラムになれば、より多くの処理を要することになる。では、複雑なプログラムを記述するときに熟達したプログラマ

が処理を一つずつ考えながら記述しているかということについては、そうではない<sup>(1)</sup>。例えば、熟達したプログラマがある配列を並べ替えたいと考えたときには、プログラマが今まで作成あるいは参照してきた経験から、自身の知識を検索し、二重 for 文を用いた一連のコードを容易に呼び出すことができる。これは、熟達したプログラマが配列の並べ替えに必要な一連のコードを並べ替えの機能と関連付けて理解し、それを再利用してきたからであると推測できる。プログラミングにおいては、一連のコードをそのコードが果たす機能として理解し、貯蔵することで他のプログラムに

\* 東京工芸大学大学院工学研究科 (Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University)

\*\* 東京工芸大学工学部 (Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University)

\*\*\* 神戸大学大学院海事科学研究科 (Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University)

\*\*\*\* 広島大学大学院工学研究科 (Graduate School of Engineering, Hiroshima University)

受付日：2018 年 11 月 8 日；再受付日：2019 年 1 月 25 日；採録日：2019 年 3 月 5 日