法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-06

Javaを用いた構造力学教育支援ソフトウェアの開発

安川, 純平 / 助川, 智洋 / 吉田, 長行 / YASUKAWA, Junpei / SUKEGAWA, Tomohiro / YOSHIDA, Nagayuki

(出版者 / Publisher)
法政大学情報メディア教育研究センター
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
法政大学情報メディア教育研究センター研究報告
(巻 / Volume)
22
(開始ページ / Start Page)
67
(終了ページ / End Page)
71
(発行年 / Year)
2009-03-31
(URL)
https://doi.org/10.15002/00003994

http://hdl.handle.net/10114/3067

Java を用いた構造力学教育支援ソフトウェアの開発

Educational Support Software for Structural Mechanics by Program Language Java

安川　純平 [1)]　助川　智洋 [1)]　吉田　長行 [2)]
Junpei Yasukawa, Tomohiro Sukegawa, Nagayuki Yoshida

[1)] 法政大学大学院工学研究科建設工学
[2)] 法政大学工学部建築学科

In the field of structural mechanics, it is thought that "Dynamic intuition" plays a major role in solving problems. In order to assist the students to solve a lot of problems easily regardless of the place or the time, we developed the educational support software for the structural mechanics based on the interactive method which is much easier to students than previous software. This software is encoded by the programming language of Java.

Keyword : Educational support software, Structural mechanics, Java

1. はじめに

ものづくりをする上では感覚や知識が必要不可欠と言われており，建築学の中で特に構造力学において講義で学んだ理論や数値が，実際にどのような力を与え影響を及ぼすかをイメージできることは多大な助長となるであろう．そこで講義の中での補助教材，自宅での予習・復習など，PC を通して自分の成長を確認できるような環境を提供することを目的とし教育支援教材の開発に着手した．

原稿受付　2009 年 3 月 6 日
発行　2009 年 3 月 31 日
法政大学情報メディア教育研究センター

2. 開発言語

私たちはこの目的を達成するため，プログラム言語「Java」を用いて研究を進めた．Java[1]は Sun Microsystems 社によって家電製品用のソフトウェア開発を目的として作成されたオブジェクト指向性プログラミング言語である．多様な製品に対応し，異なる環境で実行可能なソフトウェアを開発するため，Java はさまざまなプラットフォームで実行できることを目的に作成された．そしてこの汎用性の高さが Java の最大の特徴であり，本ソフトの開発にあたり Java を利用した理由のひとつである．

またWebブラウザに組み込まれたJava仮想マシン(Java Virtual Machine)によってユーザーが Web ページを開いたときに自動的にアプレットをダウンロードし，ユーザーの PC 上で実行することが可能である．このようなネットワーク関連の機能が豊富にあることも Java の大きな魅力である．

このように Java を使って開発されたソフトウェアは使用環境や物理的な場所にとらわれず実行でき，ソフトウェアを第三者が使用することを考えた場合に非常に適しているといえる．

Copyright © 2009 Hosei University

3. 構造力学教育支援ソフトウェア

本研究では講義内容をベースに予復習の補助教材として習熟度を確認できる構造力学教育支援ソフトウェアを開発した.

本ソフトウェアは段階ごとに分けられた３つの要素を含んでいる．一つ目は２０６問に及ぶ設問を用意し，短時間でも繰り返し取り組むことで講義内容の定着を狙った四択選択問題である．次に構造力学における学生の苦手分野を調査し，その結果を中心に構造力学において幅広く習熟度向上を図ることを目的としたテーマ選択問題である．そして最後に今年新たに作成されたソフトウェアが，今まで習得した内容を元に自ら構造物を創造し，各部材の変形と応力を知り，構造を決定する構造解析問題である．

3.1 四択選択問題ソフトウェア

本ソフトウェアでは２００問を超える設問を用意し，短時間でも繰り返し取り組むことで講義内容の定着を狙った四択選択問題データベースである．四択選択問題データベースでは静定・不静定，ラーメン・トラスなどのカテゴリごとに問題を作成する．利用者は問題のカテゴリを選択し，ランダムに出題される問題に解答する．問題・解答の描画に使用するグラフィックスの「部品」をそれぞれ定義し，使用することで，問題の追加・編集を簡易化している．また，カテゴリによって一致していなかった問題数を更に２０６問に増やし統一化した.

実際にソフトウェアの操作を実際の手順に沿って紹介する．まずソフトウェアを起動すると問題のカテゴリを選択する画面(Fig.3.1)が出現するのでカテゴリを選択し，「START」ボタンを押す．するとカテゴリに沿った問題と四択の選択肢画面(Fig.3.2)に変わる．四択から問題を選択し「CHECK」ボタンを押すと(Fig.3.3)，正解・不正解が表示され次の問題に進むことができる(Fig.3.4).

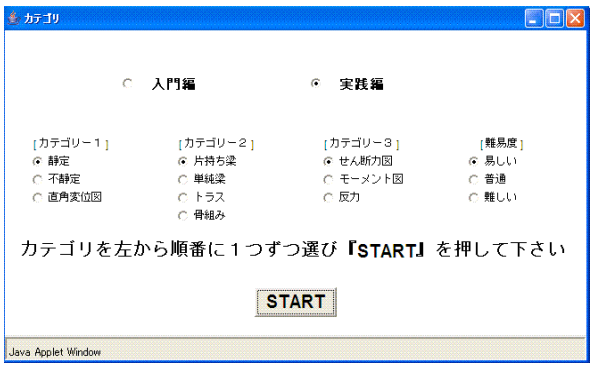

Fig.3.1 Screenshot of choice mode

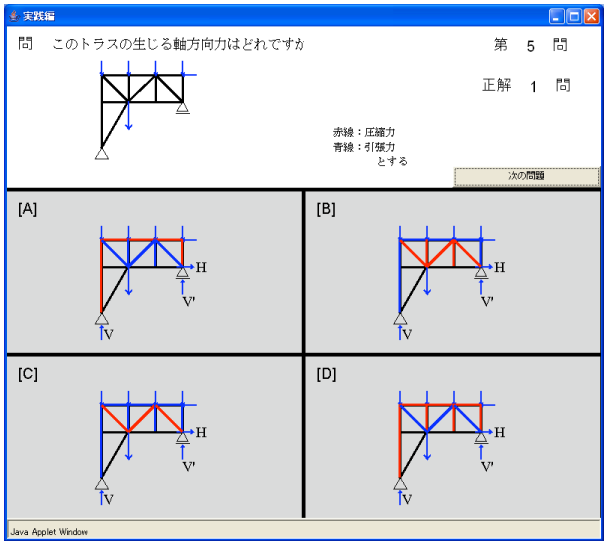

Fig.3.2 Screenshot of choice mode

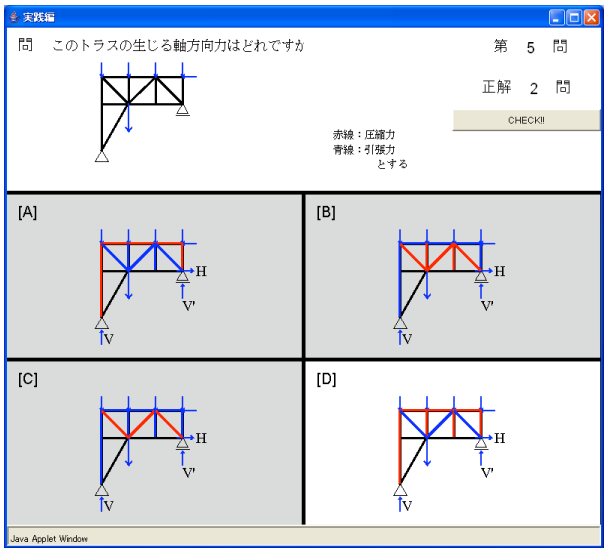

Fig.3.3 Screenshot of choice mode

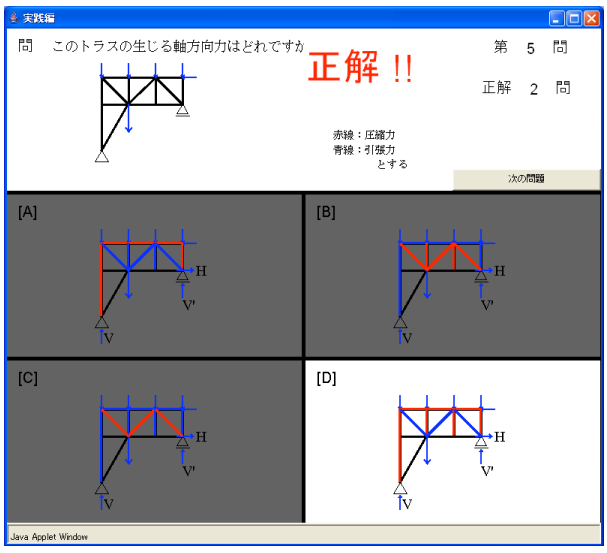

Fig.3.4 Screenshot of choice mode

Copyright © 2009 Hosei University

3.2　テーマ選択問題ソフトウェア

本ソフトウェアでは構造力学における学生の苦手分野を調査し，その結果を中心に構造力学において幅広く習熟度向上を図ることを目的としたテーマ選択問題である．学生へのアンケート調査により，苦手分野との意識が強かった，モールの応力円(Fig.3.5)と単純梁(Fig.3.6)についてソフトウェア化した．利用者が自由に荷重を動かし，それに応じて画面上に作図する．

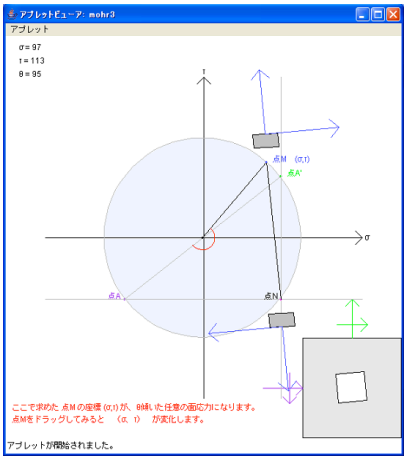

Fig.3.5 Screenshot of Mohr's stress circle software

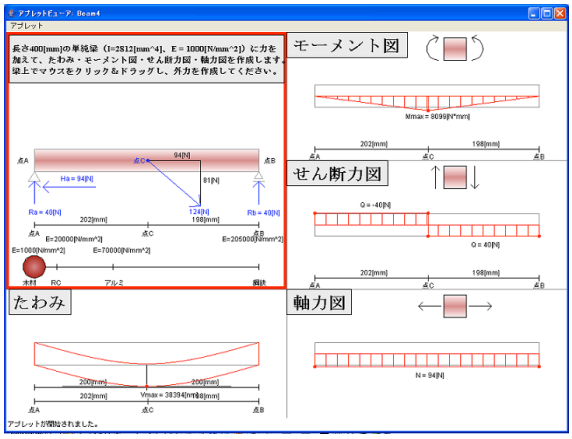

Fig.3.6 Screenshot of simple beam software

3.3　二次元構造解析ソフトウェア

本ソフトウェアでは今まで習得した内容を元に自ら構造物を創造し，各部材の変形と応力を知り，構造を決定する構造解析問題である．構造解析プログラムにおいて解析させるモデルデータは節点数，荷重条件，拘束条件などを入力したファイルを用意する．ファイル形式は，解析した結果を見ながら容易に変更可能で，膨大な量のデータも扱うことができる Microsoft Office Excel に着目し，且つ Microsoft Office Excel を所持していないユーザーも一般的なテキストエディタを使用することで作成可能な CSV ファイル形式を採用した．解析結果の節点変位と部材応力も， CSV ファイルに出力される．

構造解析プログラムはデータをテキスト形式・表計算ファイル形式で入力する「データ入力型構造解析プログラム」とデータを画面上の操作(GUI)によって入力する「画面入力型解析プログラム」の二種類から構成されている．またそれぞれ「トラス構造解析プログラム」と「骨組構造解析プログラム」に分けられる．

画面入力型構造解析プログラムは構造体データや条件を容易に変更可能な「即時性」と「高い自由度」が挙げられる．データ入力型構造解析プログラムは構造体データや条件を全て数値として入力するため「高い正確性」が挙げられる．それぞれの出力結果は同じファイル形式と同じフォーマットを用い，互換性を持たせている．そのため画面入力型構造解析プログラムで出力した結果をデータ入力型構造解析プログラムで出力し精度の高い変更を加え，データ入力型構造解析プログラムで出力した結果を元に画面入力型構造解析プログラムで様々な変更を試すといった対話型の操作が可能である．

実際にソフトウェアの操作を手順に沿って説明する．データ入力型構造解析プログラムでは画面左上のメニューからデータ入力済みの CSV ファイルを選択する．すると画面左には構造体と外力が，画面右には変形図が表示される．また各部材の応力等解析結果は新たに CSV ファイルとして自動生成されそこに保存される．(Fig.3.7)はトラス構造のデータ入力型構造解析プログラム，(Fig.3.8)は骨組構造のデータ入力構造解析プログラムの出力例である．

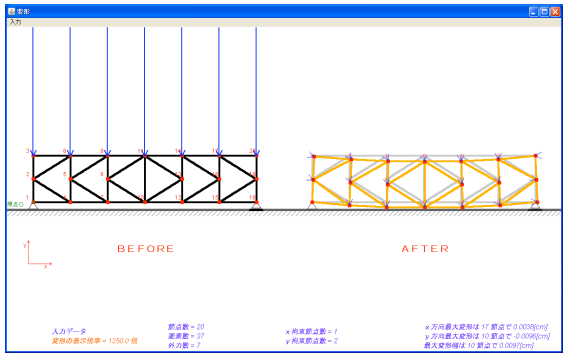

Fig.3.7 Screenshot of Static Structural Analysis of Truss

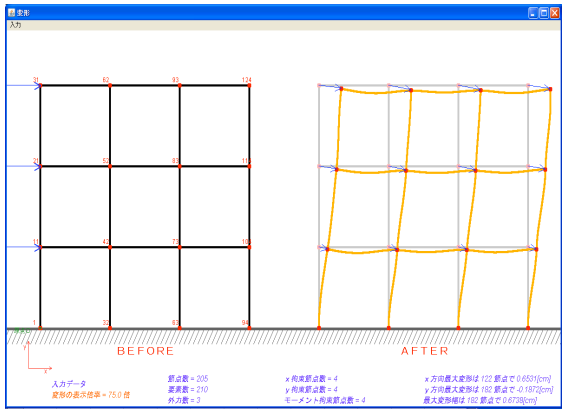

Fig.3.8 Screenshot of Static Structural Analysis of Rahmen

Copyright © 2009 Hosei University

トラス構造の画面入力型構造解析プログラムでは，まず節点をマウスのクリックで作成し(Fig. 3.9)，節点を結び要素を作成し拘束条件を定め構造体を作成する(Fig. 3.10). 次に構造体に作用する外力を作成する(Fig. 3.11)．そして解析を行うと変形図に移行する(Fig. 3.12)．ただし変形は微小であるため変形倍率を用い変形を誇張して描画している．解析後は変形図や応力図(Fig. 3.13)，矢印表示の応力図(Fig. 3.14)の切り替えが可能である．

骨組構造の画面入力型構造解析プログラムも同様の操作で解析可能で変形図(Fig. 3.15)やモーメント図(Fig. 3.16)を描画可能である．

解析後は構造体データや解析結果を任意のファイル名である CSV 形式で保存可能である．

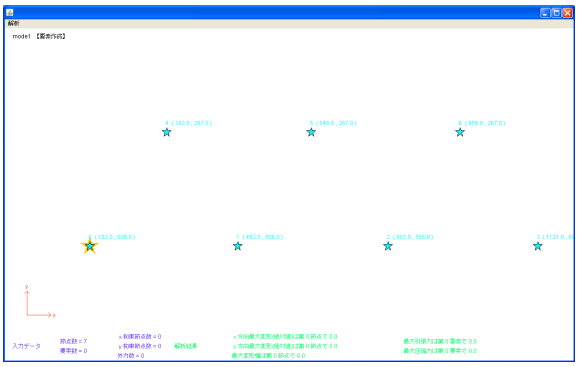

Fig.3.9 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Truss

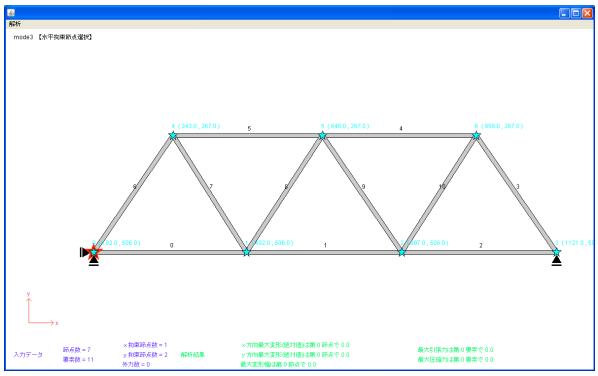

Fig.3.10 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Truss

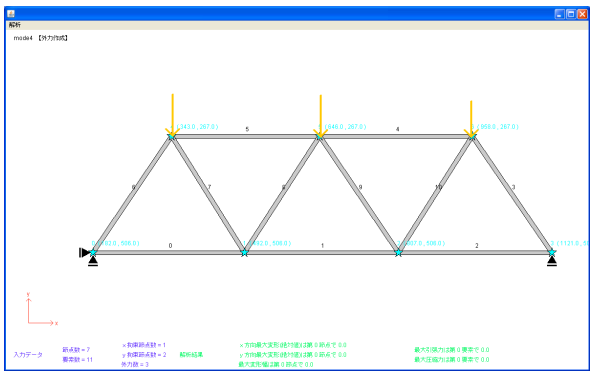

Fig.3.11 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Truss

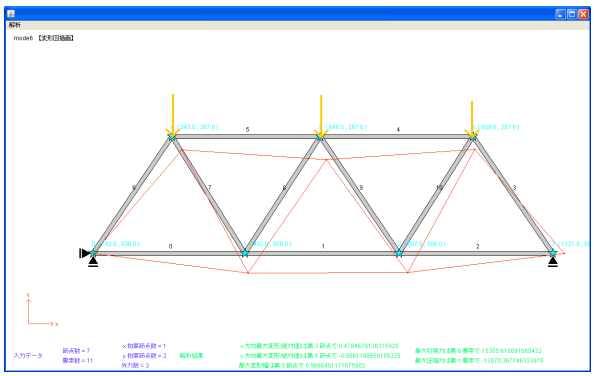

Fig.3.12 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Truss

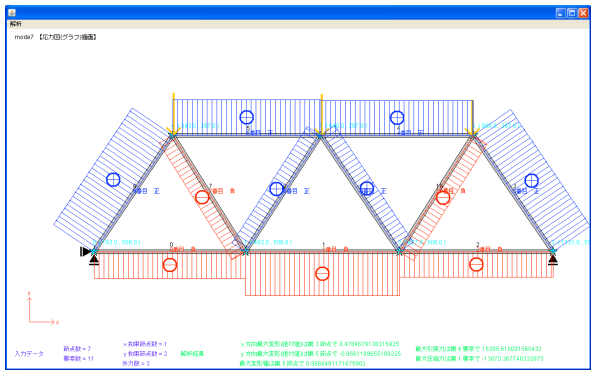

Fig.3.13 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Truss

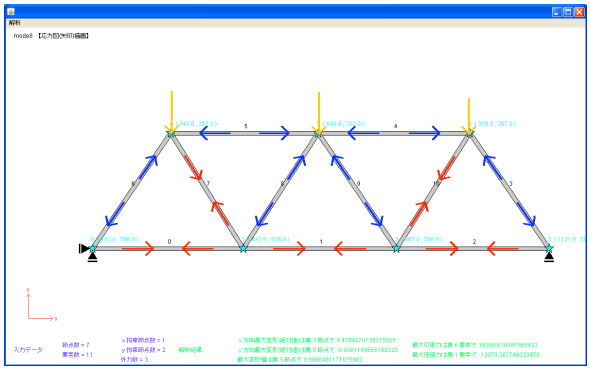

Fig.3.14 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Truss

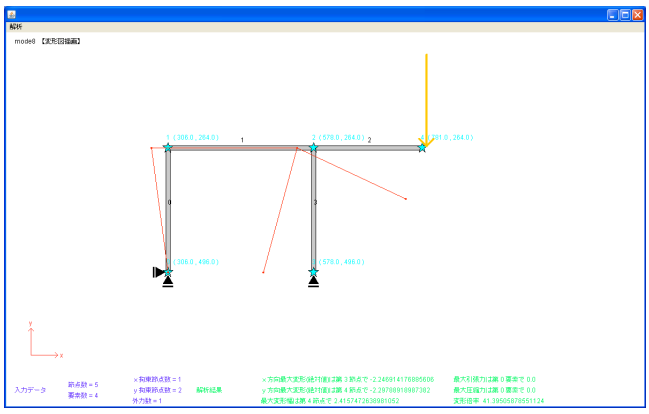

Fig.3.15 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Rahmen

Copyright © 2009 Hosei University

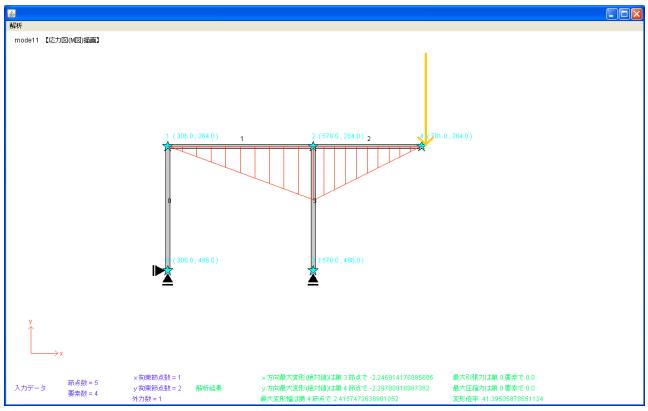

Fig.3.16 Screenshot of Dynamic Structural Analysis of Rahmen

4. 結論・今後の展望

本研究では，講義の補助教材を前提に「講義で学んだことを確認し，知識の定着を図る四択問題データベース」，「学生の苦手分野に着目した力学体験プログラム」，そこから「講義で身に着けた知識をベースに自ら躯体を創造する対話型構造解析プログラム」を作成した．

今後トラス構造，骨組構造解析プログラムは分布荷重を選択できるようにする．材料特性値についても，代表的な部材，製品の材料特性値のデータベースを作成し，ユーザーが自由に選択できるようにする．断面積と断面二次モーメントについて，現在これはユーザーが数値を入力しているが，ユーザーが自由な断面を作成し断面積と断面二次モーメントを導き出す要素を盛り込む．また静的・動的構造解析プログラムの長所を合わせ持ち，同時進行でデータを共有し検証可能で随時静動の切り替えができる機能を導入する．

参考文献

[1] Java; ジョセフ・オニール：独習 Java，翔泳社，1999

Copyright © 2009 Hosei University