

博士（人間科学）学位論文 概要書

熱力学教育におけるマルチメディアコンテンツの効果的活用

-熱機関の動作原理および理論の理解を助ける CG アニメーションコンテンツの開発と実践-

Effective Use of Multimedia Contents on the Thermodynamics Education
-Developments and Practices of the CG-Animation Contents which Support the
Understandings of the Principle and the Theory of Thermal Engine-

2008 年 1 月

早稲田大学大学院人間科学研究科

佐藤 智明

S a t o T o m o a k i

研究指導教員：永岡 慶三 教授

本研究では、熱力学の中でも特に重要なテーマの1つである熱機関の動作原理および理論について、その理解を促進させるためのCGマルチメディアの開発および実践を行うことを目的とした。

本研究で開発したコンテンツは、他の教員が自ら教育コンテンツを開発する際の参考となるように、コンテンツの開発にはなるべく簡便な手法をとることとした。そこで、はじめに、第2章において、著者の所属する大学の工学部機械工学系大学の教員を対象としたアンケートを実施し、教員自ら教育用コンテンツを開発することに対する意識やスキルに関する調査を行った。そして、各教員が見込んでいる開発に充てられる時間と手間を考慮して、最適なコンテンツ作成アプリケーションの選定を行った。

第3章では、2章で選定したアプリケーションなどを用いて、ガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンの動作を再現する2D(2次元)CGアニメーションコンテンツを開発した。そして、本コンテンツを機械実習科目の授業およびeラーニング環境下で実践し、その教育効果の検討を行い次のような結果を得た。

アンケートの結果から、概ね学生は理解しやすかったとの回答が多かった。小テストの正答率の比較より、コンテンツ利用による学習効果が認められた。相関係数の比較から、小テスト、Web課題の点数に相関が認められ学習効果を裏付ける結果となった。実習作業に対する教育効果の検討から、Web課題のアニメーションを見ることで部品の役割を構造的に学習していることを示す結果が得られた。

次に、アンケートに記載されていた要望等を参考にコンテンツの改良を行った。改良点としてコンテンツに燃焼音を加え、またアニメーションのフレームスピードを遅くした。改良後のコンテンツを実践し評価した結果、更なる教育効果の向上を確認することが出来た。

第4章では、ガソリン機関の基本理論であるオットーサイクルについて、その理論の理解をサポートするコンテンツの開発を目指した。3章のガソリン機関のコンテンツを基に再構築し、ピストンの動きと連動して動作するポインターをコンピューター画面上のPV線図やTS線図上に配置し、それらの動きを追うことで、オットーサイクルを理論的に理解することを助けるアニメーションコンテンツを開発した。本コンテンツを機械工学実験科目において、授業中およびeラーニング環境で実践した。学習効果を検証し以下のような結果を得た。

小テストによる学習効果の検討を行った。授業を始める前、授業で本コンテンツを用いて教育した後、更に、eラーニング環境でアニメーションコンテンツによる課題に取り組んだ後の3つの時点において小テストを行った。この結果、コンテンツの経験が増すに従い小テストの点数が上昇することを確認し、本コンテンツの学習効果を認めた。

相関係数による比較検討を行い、コンテンツに対する取り組み度の低い者ほどコンテンツによる学習効果が高いという矛盾を含んだ結果が得られたが、これは、学習内容が既習であったことが原因であり、内容を思い出すという点においては、コンテンツへの

取り組みの度合いに関わらず，学習効果が認められるという考察に至った．

第 5 章では，カルノーサイクル原理の理解をサポートする 2DCG コンテンツを開発した．そして本コンテンツを熱力学の授業で実践し，アンケートを行い次のような結果を得た．

授業だけでは理解が難しかったカルノーサイクルの原理が，本コンテンツを用いた説明によって理解が深まったと考えている受講生が多く，本コンテンツに対する評価が高いことが分かった．

第 6 章では，既製の視聴覚装置や PC アプリケーションを応用した簡易で廉価な 3DCG 立体視システムを考案した．更に，それを使って，4 ストロークサイクルガソリンエンジンの動作原理を再現する 3DCG 立体視用アニメーションコンテンツを作成した．実習科目において本コンテンツを実践した．アンケートによるコンテンツの評価を行った結果，本コンテンツによってメカニズムの理解が深まったとする回答が多く，本コンテンツの教育効果が確認できた．

以上，本研究では，熱力学教育の中でも特に重要なテーマの 1 つである熱機関の動作原理および理論の学習に着目し，これらの理解をサポートする教育用 CG マルチメディアコンテンツの開発を行った．開発した 2DCG および 3DCG 立体視による CG マルチメディアコンテンツを実践し，学習効果の検討を行った結果，非常に高い学習効果を得た．これより，熱機関の動作原理や理論の教育において CG マルチメディアコンテンツは非常に有効であるという結論を得た．また，このことは，他の工学分野の教育においてもマルチメディアコンテンツを用いた教育が同様な教育効果をもたらすことを期待させるものである．