



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	教材用小型たたら製鉄炉の研究開発及びその成果を活用した製鉄実習がもつ教科教育との連携効果の検証 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	境, 智洋
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(教育学)
Dissertation Number	甲第12373号
Issue Date	2016-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/62870
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Chihiro_Sakai_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（教育学）

氏名 境 智洋

学位論文名

教材用小型たたら製鉄炉の研究開発及び

その成果を活用した製鉄実習がもつ教科教育との連携効果の検証

本論文は、粘土で作製された炉に木炭と砂鉄を投入して鉄をつくる日本古来の「たたら製鉄」を学校教育の教材として導入するために、専門家の助けがなくても教員と子どもたちで鉄作りができる教材用小型たたら製鉄炉を開発し、その炉が学校教材用としてすぐれた炉であることを学校教育の現場において実践検証し、その成果をまとめたものである。さらに、たたら製鉄実習を実施する際の効果的な教育法を検討し、教科教育と連携の中に位置付いた総合学習でたたら製鉄実習を行うことにより、教育効果が高くなることを述べた後、たたら製鉄実習と教科教育が連携された学校教育の実践例を示し、その成果について論じている。以下で各章ごとに主要な点を述べる。

第1章では、学校教育で行われたたたら製鉄実習による炉の作り方及び、その実施方法を先行研究から検討した。学校教育においてたたら製鉄が行われたのは1974年のことである。この後1975年から1990年代にかけて、耐火レンガを用いた炉や石油缶の内側に粘土を貼る炉を用いたたたら製鉄の実践が公表されている。それらの炉の構造を明らかにして、学校教育で教材として多くの教員が用いる事のできる炉の構造を検討した。石油缶の内側に粘土を張る構造は、粘土の厚さや形状など不明な部分が多く、一般的な教材として活用することが難しい。そのため、構造がわかりやすく、児童・生徒でも組むことのできるレンガ式を採用することとした。また、その炉を用いたたたら製鉄実習の実施方法について検討し、製鉄実習を単発の学校行事として終わらせるのではなく、教科教育との連携を考えた総合学習として実施することが望ましいことがわかった。

第2章では、小・中学生を対象とし、学校教育の授業で利用できるように、耐火断熱レンガ及び耐火レンガを組んだ教材用小型たたら製鉄炉を開発した。学校教育で教師自身が実施できる条件は、先行研究や、学校現場の実情から「炉の構造がわかりやすく、教師自身で作ることが可能であること」、「炉をつくり、実験し、炉を解体するまでの手順が簡便であること」、「炉の費用が安価であること」、「学校教育の範囲で実施が可能であること」である。これらの条件から児童・生徒が鉄作り実習を行い満足できる鉄ができるために炉の高さ、炭材、砂鉄の産地、装入する砂鉄量や木炭量、炉に送り込む送風量の比較実験を行い、以下の4点を明らかにした。(1) 炉は、子どもたちが立った状態で作業でき、炉頂から実際に中を覗いたり、砂鉄や木炭を装入したりできると共に十分な鉄ができなければならない。そのため炉の高さは炉底より90cm程度とする。(2) 炉に装入する1回の砂鉄量は200g、木炭量は300gである。鉄ができるには、木炭は松炭が適し、砂鉄はどこの砂鉄でもよい。(3) 砂鉄の還元が進むための送風量は $0.5\text{m}^3/\text{min}$ である。そのために送風器は可変抵抗器（スライダック）を用いて電圧を下げ送風能力を低くした状態で使用する。送風管は底面から30～35度の角度で挿入し、空気が炉の中心付近に送り込まれるようにする。(4) 耐火断熱レンガと耐火レンガの組み合わせ方は、全価格がより安価であり克つ十分な鉄が生成されることを条件にする。そのため、炉底から4段までが耐火断熱レンガ、それより

上は耐火レンガとする。この教材用小型たたら製鉄炉は、最終的に国内の小型たたら製鉄レンガ炉としては最小の炉である。1999年から5年間に小・中学校で行った10件のたたら製鉄実践による検証から、この炉は学校教育における教材として有効に活用できることを明らかにした。また、1日の授業時間の中で完結するために、学校教育での鉄作り実践を検討し、学校教育や社会教育で実施できる教材用小型たたら製鉄炉の製作方法や、実験の準備や手順をマニュアル化して、ホームページ等で公開した。この教材用小型たたら製鉄炉を用いて2015年度までに、筆者及び筆者以外が52事例（72基）の炉をつくり、のべ約110kgの鉄を生成させることが出来た。中でも筆者以外がこの教材用小型たたら製鉄炉を用いて11事例、16基で実施されたことが報告された。この報告から、原料として使った砂鉄の質量を生成した鉄の質量で割った歩留は、平均で0.17を超え効率よく鉄ができていることがわかった。つぎに、安価な炉として普及させるために、高価な耐火断熱レンガを置き換え、北海道様似町幌満の橄欖岩を砕いたオリビンサンドに水ガラスをまぜて練り、自作の木枠型に入れて固化させてレンガ（以下、オリビンレンガ）を製作した。このオリビンレンガを用いた炉は、耐火断熱レンガと耐火レンガで製作した教材用小型たたら製鉄炉と比較した場合、費用では50%削減させ、2回目以降で、1回目に使ったレンガを再利用した場合、新規の製作費用の10%まで削減させることができた。オリビンレンガを用いた炉の歩留は、耐火断熱と耐火レンガを用いた炉に比べ平均0.15程度で若干落ちる。だが、オリビンレンガを活用することで安価で確実に鉄が出来る炉が完成した。

第3章では、教材用小型たたら製鉄炉を用いた製鉄実習と教科教育との関係を実践から検討した。まず、教材用小型たたら製鉄炉での実験を用いて、砂鉄中に含まれる不純物（鉛・滓）の流出を地学教育における火山教材として活用できることを明らかにした。今まで体験が難しいとされた「溶岩の温度を実際に大勢の児童・生徒に体験させること」、「溶岩の流出モデルを見せること」、「溶岩の粘性の違いにより溶岩の流動の様子や形態が違うこと」を製鉄実習と一緒に行うことで目の前で実験によって示すことが可能となり、地学教育の教材として活用できることを示した。この地学教育と関連づけて行うことで、製鉄実習が火山を学ぶ教材として効果があることがわかった。次に、北海道の小規模校小学校で取り組んだ教科と連携した実践例を検討した。黒松内町立中ノ川小中学校は全校児童生徒による鉄作り体験から鍛造体験につなげ、社会科、理科と結びつきながら多くの人々と関わるなかで学びが深まっていった。蘭越町立三和小学校は鉄作り体験が社会科と連携することで、地域の産業の歴史と結びつき、児童が地域を再発見する結果となった。このことから鉄作りと教科教育と連携させることで、学びが広がることを実践結果から示した。次に、2011年から行われている北海道教育大学附属釧路小学校の実践を検討した。ここでは製鉄実習と理科、社会科と連携させた授業を行っている。この実践では、たたら製鉄実習後に児童に感想文を書かせている。感想文に書かれた語彙数を、たたら製鉄実習を単独で行った学校とで比較を行った。この結果、鉄作りと、教科を連携させることで、教科で学んだ内容と関連が図られ、教科での学びがより強固となることがわかった。また、たたら製鉄実習を単独で行った場合でも、今までに学んだ教科と関連させて感想を書かせることで、教科の学びを意識した感想になることもわかった。これらの実践検証から、製鉄実習と教科を連携させることによって効果的な総合学習になることを示すことができた。最後に教科教育と連携した教育課程を製鉄実習のみに留まらず、大地と人間のかかわりを根底に据えた授業「大地の授業」構想へ発展させることが課題であることを示した。