

幼児・児童における 空気概念の発達・学習に関する概観（その4） —教育実践研究における「空気の存在」の取り上げられ方—

永盛 善博

大人と子どもでは空気の存在に関する認知が異なる。大人はほぼどこにでも空気の存在を認めるのに対して、小学校高学年ぐらいまでの子どもは必ずしも空気の存在を認めない。本論文では、教育実践の現場においてはこの違いについてどのように理解され、どのような実践がなされているのかについて概観した。その結果、空気の存在を直接対象とした教育実践研究はほとんど見られなかった。このことは、教育実践の現場において、空気の存在の認知に関する大人と子どもの違いが気づかれていない、もしくは気づかれていても問題視されていない可能性を示唆する。また、子どもから大人へと空気の存在の認知が変化する際には、必ずしも教育のみが影響力を持つわけではないことが示唆された。

1. はじめに

本論文は、一連の研究の第4論文に位置付けられる。第1論文（永盛，2013）では、空気の性質に関する認知発達研究の概観を行った。その結果、小学校低学年頃までは、空気が周囲に存在することを認めていなかったり、空気が場所を占めないと思えていたり、自分が動くことで空気が生まれると考えていたりすることが示唆された。また、小学校高学年になって空気の存在を認めていても、空気を物質と思えていなかったり、暗くて閉じた場所には空気がないと考えていたり、空気を動いている状態（＝風）としか捉えることができなかつたりなど、大人とは異なる認知をしている可能性を主張する研究も複数見られた。

つづく第2論文（永盛，2014）では、小学校学習指導要領（理科、生活科）での空気の性質の取り扱い方の変遷を検討した。その結果、学習指導要領の版によって取り扱っている空気の性質に若干の違いはあるものの、扱い方の順序は一定していた。さらに、第1論文の認知発達研究の結果との照合を行った結果、認知発達研究の結果や発達心理学の考え方と、学習指導要領での内容の取り扱い学年、および学習内容の順

序は整合的であることが確認された。

最後に、第1論文の認知発達研究の概観の結果、空気の存在の認識に関する研究が中心であったことを踏まえ、第3論文（永盛，2015）では、空気の存在に焦点を絞り、理科・生活科教科書や科学読み物における描かれ方に焦点を当てた。その結果、これらの書籍では「みんなのまわりに」「どこにでも」「いっぱい」空気が存在するといった記述がなされていることを確認した。くわえて、これらの記述について認知発達研究の知見との照合を行い、これらの記述だけでは、子どもが持つ「蓋のついたものの中には空気はない」「蓋や封をはずすと空気が煙のように出ていく」といった科学的には誤った考えの発生原因はわからないこと、そしてこういった誤った考えが、子どもの認知の特徴に即することを意識した書籍や実践からも生じうる可能性を指摘した。

以上の流れ¹を受け、本論文では、空気の存在を中心に、空気に関する教育の実践研究に焦点を当て、認知発達研究との関連性を検討する。第1論文の検討のとおり、小学校低学年頃までの子どもは、空気の存在に関する認識が不完全である。また、小学校高学年の児童も、一見大人と同じような認識をしているように見えるものの、その認識は大人と異なる。たとえば、大人は暗くて閉じられた場所にも空気の存在を認めるし、動いていない状態の空気も想起することができる。すなわち、大人と子どもで空気の存在に関する認識の違いがあるわけである。それでは、教育現場においてはこのことについてどのように理解されており、どのような実践がなされているのであろうか。本研究は、この点について明らかにすることを目的とする。そのために、空気の存在を含め、種々の空気の性質（空気の重さ、風、燃焼など）に関する教育の実践研究の情報を収集することとする。

2. 方法

学術情報検索データベースCiniiにて以下の単語でフリーワード検索を行い、本論文のテーマと関連しそうなものを選択した。

「生活科 風」「生活科 空気」「理科 風」「理科 空気」「小学 風」「小学 空気」「学年 風」「学年 空気」「1年 風」「2年 風」「3年 風」「4年 風」「5年 風」「6年 風」「空気の存在」「1年 空気」「2年 空気」「3年 空気」「4年 空気」「5年 空気」「6年 空気」

3. 結果と考察

Ciniiでの検索の結果、空気の存在を直接対象とした教育の実践研究はほとんど見られなかった²。このように空気の存在に関する教育実践が見つからなかった大きな原因の1つは、データベースに登録されていない文献があることが挙げられる。今回

¹ 過去の検討の流れは、学習指導要領から始まり、教科書・読み物、教育実践へと、一般的で抽象的な内容から、子どもに近づいていく内容へと進めている。同時に、第2論文以降の各論文では、第1論文で取り上げた認知発達研究との照合を行っている。

² 空気の存在を含めた種々の空気の性質に関する教育の実践研究のリストは巻末資料を参照のこと。

のテーマに最も関連が深いと思われる日本理科教育学会の発行物（『理科教育学研究』や『理科の教育』）は、Cinii上では、1991年以降のものしか閲覧できない。空気の存在は、平成元年（1989年）の学習指導要領から単元としての取り扱いがなくなっている。これらのことから、1989年以降は、教育の実践研究が盛んに行われなくなったと思われる。1989年以前であれば、空気の存在に関する教育実践研究も多く発表されていたと予想される。まだ具体的方策は見つかっていないものの、1989年以前の研究に関する概観は、今後の課題として、早急に進めていきたい。また、もし1989年以前には空気の存在に関する研究が行われていたとしたら、なぜそれ以降は行われなくなったのか。単元としての取り扱いがなくなったから教育実践対象、研究対象と見られなくなった可能性だけでなく、子どもが容易に空気の存在を理解できると判断された、わざわざ研究対象とすることはないと見なされた可能性も考慮する必要があるだろう。また、そもそも学習指導要領において単元としての扱いがなくなった理由についても検討する必要がある。

以上のように、文献としては見つからなかったものの、空気の存在に関する教育実践が全く行われていなかったわけではない。空気の存在は、直接観察できるものではない。そのため、教育実践の際には、ビニール袋に閉じ込めて、押し潰せないためそこに空気があるといった手法や、水中でスポンジを潰すと気泡が出ることから空気の存在を認めるといった手法がとられることがある（白敷・小川，2014、岩崎・伏見，2002、三島，2010など）。今回収集した文献においては、このような手法を、空気の弾性や空気と水の性質の違いなど、主に小学校3・4年生を対象とした別の単元の導入として用いているものは見られた（湯本，2010、中西・中山，2005、阪口・高井，1991など）。一方、小学校高学年を対象とした単元（燃焼、エネルギー、気象など）では、もはや導入として用いられていることはなかった。

しかし、今回の調査で、1989年以降空気の存在に関する教育の実践研究があまり見られなかったことは、大人と子どもでの空気の存在の認知の違いについて、教育現場においてあまり考慮対象とはなっていないことを示唆するものである。たとえば田中（2011）は、ビニール袋の口を縛って水に沈め、水中で開くと泡が出る現象を見ることから、「これが空気であることはすぐに認められます。私たちの回りに空気があることが確かめられたわけです」（p.498）と簡潔に述べている。物が突然発生することはないと考えるならば、このような現象を見るだけで十分かもしれない。しかし、小学校低学年の子どもは、自分が走ったり拍手したりして動くことで、何もなかったところに空気が生まれると考えたり、部屋の中で手をうちわのようにして動かすと風が起るの、屋外で吹いている風が自分の手に駆けつけたからと考えたりする。また、小学校高学年であっても、暗く閉じた場所には空気がないと考えたり、空気を動いた状態（＝風）でしか想像できなかつたりするなど、大人と異なる認識となっている。これらのような子どもの認識を考慮すると、より時間をかけて取り扱う必要があるかもしれない。少なくとも今回の結果は、教育実践の現場において、空気の存在の認知に関する大人と子どもの違いは気づかれていない、もしくは気づかれていても問題視されていない可能性を示唆するものである。

今回の調査から得られた、もう1つの成果がある。それは、空気の存在に関する認識が大人と同じ状態となるためには、必ずしも教育のみが力を発揮するわけではない可能性が見られたということである。上述したように、空気は直接観察できず、「閉じた袋を押し潰れないから、そこに何かある」といったように、推論の帰結とし

て要請される存在である。これにくわえて、「物質が何もないところから、拍手などで突然発生しない」「手を動かしたからといって、風が駆けつけるはずがない。運動は連続している」といったような物理的認知も必要となる。認知発達の側面から見れば、これらは小学校低学年から中学年にかけて獲得される基本的な理解と言える。そして今回の調査で、小学校高学年においては、空気存在は導入としてすら扱われていないことが明らかとなった。にもかかわらず、空気存在に関する子どもと大人の認知は異なっている。このことは、子どもの認知が大人と同じものになるためには、教育以外の要因の作用が必要である可能性を示唆する。

ここでは、認知発達の観点からその一要因を挙げる。認知発達理論の代表的な Piaget の理論によれば、小学校高学年頃からは形式的操作期に入っていく。この時期には、現実的内容を捨象して、形式的に思考できるようになる。本論文に関連した一例を挙げれば、静止した状態の空気を想像できるようになるということである。現実には、空気は絶えず移動しており、静止状態を作ることは困難である。この空気が移動した状態は、風である。しかし、先行研究にあるとおり、小学校高学年の子どもであっても、空気を動いている状態として捉える傾向がある。形式的操作期に入り、現実的内容を捨象できるようになることで、この傾向が消えて静止状態の空気存在を想像できるようになる。またこの時期の思考のもう一つの特徴は、論理的必然性の認識が出てくるということである。すなわち、「筋道を立てて推論したら、このように考えるしかない」という認識である。本論文に関連付けた例を挙げると、「蓋や封をはずすと空気が煙のように出ていく」「暗く閉じた場所には空気がない」といった子ども特有の考え方に対して、「煙のように出ていっても、周りに他の空気があるのだから、入っていかないはずがない」「暗く閉じた場所でも、完全に密閉されているわけではないなら、空気が必ず入っていく」といった推論を必然感を持って行うことができるようになる。実際、大人であればこのように推論するし、その帰結に必然感を伴っている。以上のように、空気という物理的存在の認知ではあるものの、その発達においては、論理的思考の発達が必要となる可能性が示唆された。ただし、これはあくまで一要因であり、中学校以降の教育の影響も考えられる。この点に関する検討は、今後の課題とする。

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成金（若手研究（B）、課題番号：25871018）の助成を受けて行われた。

引用文献

- 岩崎哲郎・伏見陽児（2002）. 教職科目「小学校生活科研究」の実践（9）：空気と水. 茨城キリスト教大学紀要. II, 社会・自然科学, 35, 59-74.
- 三島雄二（2010）. 興味・関心を持って意欲的に取り組む子：理科「空気や水をおしてみよう」の実践. 日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集, 56, 60.
- 永盛善博（2013）. 幼児・児童における空気概念の発達・学習に関する概観（その1）認知発達研究の概観. 東北文教大学・東北文教大学短期大学部紀要, 4, 83-97.
- 永盛善博（2014）. 幼児・児童における空気概念の発達・学習に関する概観（その2）学習指導要領における取り扱いの変遷と学習内容の順序. 東北文教大学・東北文教

- 大学短期大学部紀要, 5, 103-118.
- 永盛善博 (2015). 幼児・児童における空気概念の発達・学習に関する概観（その3）「空気の存在」に関する理科・生活科教科書や科学読み物と認知発達研究の照合. 東北文教大学・東北文教大学短期大学部紀要, 6, 95-104.
- 中西英・中山迅 (2005). 小学校4年生理科「空気や水をとじこめると」単元において反復再生可能描画システムPolkaを用いた話し合いの支援. 日本科学教育学会研究会研究報告, 20 (4), 149-152.
- 阪口正治・高井正道 (1991). 心と手と頭を結合させる理科指導 2: 空気・水の性質. 物理教育研究大会発表予稿集, 8, 50-51.
- 白敷哲久・小川哲男 (2014). 「科学的探究」を基盤とした「空気」と「風」の学習をつなぐ授業デザインに関する研究: FOSSの学習プログラムを手がかりとして. 36 (4), 47-57
- 田中義朗 (2011). 空気の存在とその重さの確認: 授業に役立つサイエンスマジック・空気. 理科の教育, 60 (10), 724.
- 湯本すみれ (2010). 理科 実感し, 学び合い, 新たな思考を創造する理科学習—4年生「空気と水のひみつ」の実践をとおして. 上越教育大学教育実践研究, 20, 121-126.

資料 種々の空気の性質に関する教育実践研究リスト

研究の分類は、学習指導要領での単元名などを参考に行った。また、掲載順序は、低学年で取り扱われるものから高学年で取り扱われるものへと配置されるよう心がけた。詳細な分析は行わないものの、空気概念の発達・学習に関する今後の研究において資料的価値があると考えて掲載することとした。

認識調査

著者	論題	掲載誌	出版年
藤原 凡人	めあて意識に支えられた低学年理科の指導: 2年「空気」を通して	広島大学附属東雲小学校研究紀要	1986
福岡 敏行, 御魚谷 浩美	児童における「空気」についての認識の実態	横浜国立大学教育学部教育実践研究指導センター紀要	1985

遊び・おもちゃ

著者	論題	掲載誌	出版年
生方 俊典ら	地域社会と連携した理科・技術教育～巨大空気砲を作る～	東京都立産業技術高等専門学校研究紀要	2016
藤川 義範	「風」を扱う学習における教材開発: 生活科・理科入門期の学習用「風車」(かざぐるま)の開発と活用例	教材学研究	2014
増田 周平ら	子どもから大人まで経験したことがある疑問からの発想: 風の教材化を目指して	日本理科教育学会近畿支部大会(大阪大会)発表要旨集	2013

著者	論題	掲載誌	出版年
富森 涼ら	風車をテーマとした探究からみえてくる探究的な教材とプロセスの可能性	日本理科教育学会近畿支部大会（大阪大会）発表要旨集	2010
富森 涼ら	風車をテーマとした探究的教材の開発	日本理科教育学会近畿支部大会（大阪大会）発表要旨集	2009
岩間 美代子, 小野寺 卓博	科学実験教室 風にのって！空を飛んで！ -- 実験や身近な自然観察で、自然と科学とのつながりを感じよう	東京理科大学理大科学フォーラム	2009
船田 優	風独楽はなぜ浮き上がるの？	理科の教育	2009
小山 直子	風船マジック	理科の教育	2007
増田 頼保	子どもの風車づくりワークショップと理科・工作教材	風力エネルギー利用シンポジウム	2007
稲波 悠季ら	身近なものから感じる科学の不思議・本質（II）：空気をテーマにした実践から	日本理科教育学会東北支部大会講演要旨集	2005
近村 和律, 齋藤 捷一	「遊びを通して学ぶ」体験型授業の提案と事例発表：「ムシ遊び」「風車、水車遊び」「笛遊び」を通して	日本理科教育学会東北支部大会講演要旨集	2004
日影 竹雄	風車の理科教育的意義	日本理科教育学会全国大会要項	2004
栞原 昭徳ら	ドイツ事実教授にみる教育方法：フントローゼン基礎学校1年「空気」授業を参観して	教育実践総合センター研究紀要	1998
樋口 俊久, 木村 捨雄	創造性伸長の視点にたつ生活科の授業設計と評価に関する研究：第2学年生活科単元「風と遊ぼう」の開発・実践を通して	日本科学教育学会研究会研究報告	1996
樋口 俊久, 木村 捨雄	風（空気）の内容を題材にした生活科カリキュラム開発と指導法についての研究：創造的能力・自然認識育成を支援する直接体験を通して	日本科学教育学会年会論文集	1995

空気存在

著者	論題	掲載誌	出版年
山本 忠義	えっ、空気に重さってあるの？3年重さの学習：目に見えないものについて考える力	数学教室	2014

風とゴム

著者	論題	掲載誌	出版年
佐伯 英人	第3学年「風やゴムの働き」で使用する教具に関する一考察	日本理科教育学会全国大会要項	2015

著者	論題	掲載誌	出版年
鶴岡 義彦	小学校理科「風やゴムの働き」の問題点と改善の方策：主としてエネルギー・エネルギー問題の視点から考える	千葉大学教育学部研究紀要	2015
友宗 澄美, 平松 和彦	「風やゴムの働き」を学ぶロープウェイ型実験教材の自作	日本理科教育学会全国大会要項	2014
吉良 宏一郎 ら	問題解決能力の質を高める理科学習の研究：風とゴムのはたらき	佐賀大学教育実践研究	2014
五十嵐 敏文	ゴムと風の力	東京学芸大学研究紀要	2013
中村 健太郎	エネルギー分野としての、「風やゴムの働き」の指導法の工夫	理科の教育	2012
福地 孝倫, 寺本 貴啓	小学校理科におけるゴムの働きの概念変容に関する一考察：第3学年「風やゴムで動かそう」を例に	日本理科教育学会全国大会要項	2012
清田 英孝	「感じる」から「考える」へ：風の力を感じ、その体験を学習に生かす	理科の教育	2011
堀 友里恵, 松本 謙一	学習の系統を重視した小3理科「風やゴムの働き」：生活科の育ちを生かして	日本理科教育学会全国大会要項	2011
川人 和美, 橋場 隆	様々なエネルギー形態に出会う新単元「風やゴムのはたらき」に関する研究：小学校3年生理科における取り組み	エネルギー環境教育研究	2011
清水 哲弘, 川上 紳一	理科授業における習得した知識・技能を活用して科学的に追究できる児童の育成：小学3年「風とゴムの働き」と「物の重さ」における言語活動を充実させた授業の実践を通して	岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学	2011
堀 友里恵, 松本 謙一	「風」と「ゴム」と「手」を同時に扱うことで『エネルギーの見方』をはぐくむ：第3学年「風やゴムの働き」の実践を通して	理科の教育	2011
月僧 秀弥	プラスチックコップを飛ばす：授業に役立つサイエンスマジック・ゴムと風	理科の教育	2011
堀 友里恵, 松本 謙一	生活科との関連と学習の系統を踏まえた新提案：小学校第3学年理科「風やゴムの働き」	日本理科教育学会四国支部会報	2010
堀 友里恵, 松本 謙一	小学校第3学年理科「風やゴムの働き」をどう構想するか：生活科との関連と学習の系統を踏まえて	日本理科教育学会北陸支部大会発表要旨集	2010
清水 哲弘	活用を重視した理科学習の研究：小学校3年生「風やゴムの力」の実践を通して	日本理科教育学会全国大会要項	2010
山中 謙司	科学的な思考・表現を問題解決のプロセスで評価する：第3学年「風やゴムの働き」の学習	理科の教育	2010

著者	論題	掲載誌	出版年
原 寿子, 赤羽 寿夫	「風やゴムの力で動かそう」	東京学芸大学研究紀要	2010
館 英樹, 栢野 彰秀	小学校理科第3学年「風とゴムの働き」単元の効果--エネルギーそのものの見方を導入した学習を通して	エネルギー環境教育研究	2010
清水 秀夫	学習で身に付けたことを活用できるようにするための指導方略--小学校3年理科「風やゴムで動かそう」の実践を通して	群馬大学教育実践研究	2010
平澤 林太郎, 鎌田 正喜	小学校3年理科におけるエネルギー変換の基礎を培う授業デザイン：新内容「風のはたらき」の実践をもとに	日本理科教育学会全国大会要項	2009
藪田 哲也ら	学習環境のデザインを通して：活動環境のデザイン 3年「ゴムや風の力」	日本理科教育学会近畿支部大会（大阪大会）発表要旨集	2009
杉澤 学	風やゴムのはたらき：問題解決の能力からとらえた単元の特質を踏まえた指導方法	理科の教育	2009
行澤 彩乃, 長南 幸安	新小学校学習指導要領における「風やゴムの働き」についての教材研究	弘前大学教育学部研究紀要クロスロード	2009
鳴川 哲也	すごいぞ！ 風の力 ゴムの力：動く物を制御して、エネルギーの見方を養う	理科の教育	2008
吉村 智生	「風やゴムの働き」の効果的な指導法の検討--エネルギー領域の導入教材として	愛媛県総合教育センター長期研修講座研究集録	2008

風の力

著者	論題	掲載誌	出版年
田中 一磨	科学的思考力の発達形成に関する実践研究：「風」「熱」をテーマとした単元開発からの一考察	日本理科教育学会全国大会要項	2009
植松 研吾	その子ならではの納得を求めて：4年3組『風に向かって走れ！』の実践から	静岡大学研究紀要	2003
白石 高士ら	一人一人の考えを生かす算数指導：風の強さを表すことを通して	日本数学教育学会誌	1997

空気の弾性

著者	論題	掲載誌	出版年
澤柿 教淳	子どもが観察・実験を行う直前の話合いの場ではどんな局面が必要か：第4学年理科「閉じ込めた空気の性質」第3学年理科「電気の通り道」より	日本理科教育学会北陸支部大会発表要旨集	2015

著者	論題	掲載誌	出版年
山道 加奈子	考えや思いをもって生き生きと表現し合う子どもを目指して：「とじこめた空気や水」「ものの温度とかさ」の実践を通して	日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集	2013
佐野 昌秀	子どもたちが自分の考えを持って追求し、深めていく理科の授業：小学4年生「とじこめた空気や水」「ものの温度とかさ」の実践より	日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集	2012
三島 雄二	興味・関心を持って意欲的に取り組む子：理科「空気や水をおしてみよう」の実践	日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集	2010
中山 迅, 中西 英	反復再生可能描画システムPolkaを用いた概念変化と振り返りの支援：小学校4年生「空気や水をとじこめると」の事例	日本科学教育学会年会論文集	2007
中西 英, 中山 迅	小学校4年生理科「空気や水をとじこめると」単元において反復再生可能描画システムPolkaを用いた話し合いの支援	日本科学教育学会研究会研究報告	2005
土居 慎也, 三崎 隆	児童の思考の流れを生かす学びに関する事例研究（1）：小学校第4学年単元「つかまえよう空気・水」を例に	釧路論集：北海道教育大学釧路分校研究報告	2005
来栖 公明, 高瀬 一男	小学校理科における空気教材の歴史的研究—「空気の弾性」を中心に	茨城大学教育学部紀要教育科学	1990

空気の圧縮

著者	論題	掲載誌	出版年
都甲 歩未, 森藤 義孝	アフォーダンスの視点から見た理科学習についての検討：空気概念の形成を例として	日本理科教育学会全国大会要項	2013
尾崎 尚子ら	空気と水の加圧による体積変化（小学校4年）を「つぶつぶシート」を活用して考える授業実践	日本理科教育学会全国大会要項	2013
永田 真吾	自然を使って遊ぶ面白さを実感し、気づきを質的に高めていく子の育成 — 2年 生活科「飛び出せ！ 空気くん」の実践を通して—	愛知教育大学生生活科教育講座生活科・総合的学習研究	2011
山本 智一	仮説を淘汰する理科授業開発の事例的研究：小学校4年生理科「よくとぶ空気でっぽうのなぞにせまる」の実践から	宮崎大学教育文化学部紀要・教育科学	2010
仁藤 祐太郎, 野田 敦敬	「ものづくり」における思考力を高める導入についての実践的研究	日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集	2010

著者	論題	掲載誌	出版年
尾河 大輔ら	中学年以降の理科学習につなげる生活科教材についての一考察：空気砲の教材化を通して	日本理科教育学会全国大会要項	2009
新家 久永	空気でっぼうはどうして飛ぶのかな？	理科の教育	2007
松岡 孝子, 遠西 昭寿	低学年児童の自然認識について：第1学年「空気砲」における実践より	日本理科教育学会全国大会要項	2007
鈴木 由美子ら	幼稚園から小学校への科学的思考力育成のための支援方策—空気圧への気づきを中心に	広島大学学部・附属学校共同研究紀要	2007
高橋 成和	空気でっぼうの筒内における前玉の運動：理論的検討の試み	日本理科教育学会全国大会要項	1999
古谷田 明良	空気のはたらきを教材化する一方策	理科の教育	1998
小関 真紀, 津留 俊介	空気鉄砲について	日本理科教育学会全国大会要項	1998
中永 康裕ら	浮沈子の小学校における教材化	日本理科教育学会全国大会要項	1997
小村 玲子, 高橋 成和	空気でっぼうにおける前玉の運動	日本理科教育学会全国大会要項	1996
藤島 弘純	小学校理科「空気でっぼう」及び「いもの育ち」の教材（ジャガイモ）の取扱に関する教科教育学的考察	鳥取大学教育学部研究報告. 教育科学	1993

空気と水

著者	論題	掲載誌	出版年
若狭 陽一	条件が調整できる実験と表現方法を限定したモデル図とで、試行錯誤を生む授業：理科4年「空気と水」	新潟大学授業の研究	2016
神宮寺 秀明	フィードバック『ひと』実践 教育雑誌『ひと』の実践を読み返す 「1年生でも、こんなに討論ができた：空気と水」（平林浩『ひと』1978年6月号）	「ひと」塾通信：「ひと」塾会報誌	2016
吉川 千詠, 川村 教一	小学校低学年児童向けの科学教育実践の予察的報告II：空気と水の性質をテーマとした授業を例として	日本理科教育学会東北支部大会講演要旨集	2015
太田 智美, 川上 紳一	粒子概念の形成につながる体験活動と図を用いた思考・表現活動の工夫：第4学年「空気と水の性質」	岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学	2015
渡辺 理文	理科教育における学習環境のデザインの事例的分析：小学校第4学年「金属、水、空気と温度」の実践を通して	日本理科教育学会北海道支部大会発表予稿集	2015
萱野 誠, 佐伯 英人	話し合いの場における教員の介入方略：小学校の第4学年「空気と水の性質」において	日本理科教育学会中国支部大会研究発表要項	2014

著者	論題	掲載誌	出版年
福永 寛明, 佐伯 英人	イメージ図を使った理科の授業実践： 小学校の第4学年「空気と水の性質」 において	日本理科教育学会中国 支部大会研究発表 要項	2014
板木 孝悦	小学校理科「A物質・エネルギー」区 分における「粒子」の指導の実際：4 年「空気と水の性質」の学習を通して	化学と教育	2012
福島 千恵子, 寺本 貴啓	小学校理科におけるダイナミック・ア セスメントに関する実践研究：第4学 年 空気や水の「体積変化」と「手応 え」との関係をとらえさせる指導法に 着目して	日本理科教育学会全 国大会要項	2012
阿部 勝人, 山下 修一	一貫して粒子の拡がりに着目した「空 気と水の性質」と「金属、水、空気と 温度」の授業	日本理科教育学会全 国大会要項	2012
緒方 康重, 圓谷 秀雄	児童の粒子概念の実態と変容：小学校 理科学習「空気と水」「ものの燃焼」 を通して	日本理科教育学会全 国大会要項	2011
本間 理	「空気と水の性質」の授業実践：矛盾 を解き明かすことで、より理解を深め る	北海道立教育研究所 附属理科教育セン ター研究紀要	2011
澤 勉	子どもが意欲的に取り組む「空気と水 の性質」の手立て	理科の教育	2010
原口 淳一	「ことば」を大切に理科授業デザ イン：空気に対する概念形成をめざし た授業実践から	日本理科教育学会九 州支部大会発表論文 集	2010
細川 克寿	空気鉄砲のなぜ？ 浮沈子のなぜ？： 小学校4年「空気と水」の実践から	化学と教育	2010
古屋 光一ら	小学4年生の状態変化学習に関するア ナロジー推論からの考察：「空気」と 気体の区別、および水以外の物質を用 いた実践の効果	日本理科教育学会全 国大会要項	2010
湯本 すみれ	理科 実感し、学び合い、新たな思考 を創造する理科学習—4年生「空気と 水のひみつ」の実践をとおして	上越教育大学教育実 践研究	2010
隅田 学	幼年期の豊かな科学的探究をはぐくむ 実践モデルの開発（1）：空気や水を 科学的に身体化する活動の導入	日本理科教育学会全 国大会要項	2010
長江 雄一郎	目には見えない“水蒸気”と“空気” の違いがわかる実験	化学と教育	2009
松林 昭ら	小・中学校理科における学習内容の、 エネルギー環境教育の視点からの調 査：空気・水・光に関する活動教材に 着目して	日本理科教育学会全 国大会要項	2008
木村 幸泰	新指導要領における小学校4年「空気 と水の性質」の学習：粒子と小学校4 年理科における授業づくり	理科の教育	2008

著者	論題	掲載誌	出版年
高垣 マユミ, 田爪 宏二	マクロ・マイクロな観点からの統合的な授業分析の手法：理科授業における概念変化プロセスの把握	日本教科教育学会誌	2008
山中 謙司	言葉の重視を図り、知の更新を伴ったエネルギー概念獲得の授業：4年「空気と水」の学習より	理科の教育	2007
中西 英, 中山 迅	反復再生可能型描画システムPolkaを用いた小学校4年生「空気と水」の実践	日本理科教育学会全国大会要項	2006
堀井 孝彦	自然事象とじっくり向き合い、仲間とともに問題解決に取り組む理科学習：「もののヒミツ調査隊パート2～空気、水、金属のふしぎ～」	東京学芸大学藤棚	2004
齋藤 暁史	問題を見いだす楽しさを実感し解決への見通しをもつ子ども：4年「空気と水」	授業の研究	2004
岩崎 哲郎, 伏見 陽児	教職科目「小学校生活科研究」の実践（9）：空気と水	茨城キリスト教大学紀要. II, 社会・自然科学	2002
矢野 明德, 津幡 道夫	熱いぬれぞうきんで水があふれたのはなぜ？ - 第4学年「空気・水・金ぞくの温度によるかさの変化」 -	理科の教育	2001
山下 晃	空気と水の性質を教える理科実験と気象学（その1）噴水実験について	理科教育研究年報	1999
島崎 芳江	子どもの活動を豊かにする理科学習をめざして - 第3学年「空気と水の働き」の実践を通して -	理科の教育	1998
村田 敦	子どもの学びを支える：4年「空気と水の体積と温度」の実践より	静岡大学研究紀要	1997
大島 孝昌	3年「空気と水をしらべよう」の課題研究	日本理科教育学会全国大会要項	1997
谷口 計郎, 吉谷 昭彦	小学校理科における空気・気体認識を確かにするための授業の指導計画	鳥取大学教育学部研究報告. 教育科学	1997
加藤 高明	問題解決の喜びを味わわせる教材の工夫 - 3年生と単元「空気と水のはたらき」との出会い -	理科の教育	1996
小守林 志朗	ペットボトルを利用した空気実験教材の開発：小学校3年「空気と水をくらべよう」	物理教育学会年会物理教育研究大会予稿集	1995
富田 学ら	情意面における評価の研究 その3：3年「空気や水と力」を通して	日本理科教育学会全国大会要項	1992
阪口 正治, 高井 正道	心と手と頭を結合させる理科指導2：空気・水の性質	物理教育研究大会発表予稿集	1991

空気とかさ

著者	論題	掲載誌	出版年
渡辺 理文ら	理科授業における資質・能力の育成を促す学習環境のデザインの分析	理科教育学研究	2016
白敷 哲久, 小川 哲男	「科学的探究」を基盤とした「空気」と「風」の学習をつなぐ授業デザインに関する研究：FOSSの学習プログラムを手がかりとして	日本教科教育学会誌	2014
青木 良太	もののあたたまりかた：空気をあたためると	東京学芸大学研究紀要	2014
山下 修一ら	小学校4年「水のあたたまり方」の観察・実験結果をどのようにまとめるのか	日本科学教育学会年会論文集	2014
山下 修一	小学校4年「水や空気のあたたまり方」で観察結果をどう生かすのか	日本科学教育学会年会論文集	2013
山下 修一	小学校4年「水や空気のあたたまり方」をどのように表現するのか	日本理科教育学会全国大会要項	2013
橋本 美彦	空気の体積変化と質量変化の違いを理解させる理科授業：粒子モデルのイメージ化の効果	現代教育学研究紀要	2013
安東 竜也ら	アナロジーによる物質概念の構成に関する基礎的研究：小学校第4学年「空気の温度と体積の変化」を事例として	日本理科教育学会九州支部大会発表論文集	2013
都甲 歩未, 森藤 義孝	教材のアフォーダンスと概念形成に関する研究—空気の学習を事例として	福岡教育大学教育実践研究	2011
小栗 志介	モデル図を使った思考・判断・表現する力の育成：4年「もののあたたまり方」の学習を通して	日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集	2011
今村 律子ら	空気に着目した理科からつなぐ家庭科衣生活学習	和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要	2011
岩田 眞樹子	小4「もののかさと力」の指導で形成される空気の概念	日本理科教育学会全国大会要項	2011
齋藤 裕一郎	科学概念構築の自覚性と随意性を促すメタファーの機能：小学校第4学年「空気の熱膨張」の授業分析を事例にして	理科教育学研究	2010
都甲 歩未ら	アフォーダンスの視点からみた教材の検討と理科授業実践	福岡教育大学教育実践研究	2010
都甲 歩未, 森藤 義孝	空気の体積変化に関する教材の検討：アフォーダンスの視点を通して	日本理科教育学会全国大会要項	2010
都甲 歩未, 森藤 義孝	アフォーダンスの視点からみた理科学習への支援：空気の膨張に関する学習を事例として	日本理科教育学会九州支部大会発表論文集	2010
五十嵐 敏文	「もののヒミツ調査隊パート2：空気・水・金属のふしぎ」	東京学芸大学研究紀要	2010

著者	論題	掲載誌	出版年
都甲 歩未ら	アフォーダンスの視点からみた教材の意義に関する実証的研究：空気のかさと温度の関係理解を中心として	日本理科教育学会全国大会要項	2009
中村 愛	空気がふくらむ？：イメージ図を使って読み解こう	理科の教育	2008
市川 英貴, 堀 哲夫	「一枚ポートフォリオ」を用いた小学生の推論能力の育成：小学校4年「もののかさと力」の単元を事例にして	山梨大学教育人間科学部紀要	2008
山岡 剛	理科実験において予想をもつことの意義について - 小学校第4学年の「空気のかさと温度」の授業を例として -	秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要	2008
鷺見 辰美	素朴概念の壁への挑戦：温度による空気の変化	理科の教育	2007
野木 成憲ら	科学的思考力とコミュニケーション能力を育むための小学校理科教材の開発研究：粒モデルを使って空気の熱膨張を説明する小学校理科授業での実践事例	日本理科教育学会全国大会要項	2007
久田 隆基ら	空気の熱膨張に関する小4～中1児童・生徒の認識調査結果：栓をしたフラスコ内の空気の熱膨張についての子どもたちの理由説明	日本理科教育学会全国大会要項	2007
萱野 貴広ら	科学的思考力を育むための小学校理科教材の開発研究：粒モデルを使って空気の熱膨張を説明する授業の実践事例	静岡大学教育学部研究報告. 教科教育学篇	2007
加藤 琢也	今月の授業 楽しくわかる授業シナリオ 小4 もののかさと温度 水、空気、金属のかさの変化をとらえよう	Rikatan	2007
加藤 尚裕	空気の膨張に関する「考えの対立」を取り入れた事例研究：小学校第4学年「空気とかさ」の事例を通して	日本教科教育学会誌	2007
松岡 孝子	科学的な見方・考え方を育てる理科指導：小学4年生における実践を通して	日本理科教育学会全国大会要項	2006
坂上 直樹, 小林 辰至	小学校理科の単元「もののかさと力」における指導法の改善に関する研究	日本理科教育学会北陸支部大会発表要旨集	2006
加藤 尚裕, 本澤 智巳	メタ認知的活動と概念変化との関係に関する基礎的研究：小学校第4学年「空気のかさと温度」における実験場面の事例分析を中心として	九州女子大学紀要. 人文・社会科学編	2006
加藤 尚裕	実験活動における反証事例と「空気の膨張」に関する概念：小学校理科4年「空気のかさと温度」の学習を事例として	理科教育学研究	2006
加藤 尚裕, 本沢 智巳	概念変換を促進するための教師の支援 - 小学校4年「空気の膨張」に関する実践を通して -	理科の教育	2001

著者	論題	掲載誌	出版年
長妻 明美	実践例から見た学びと評価－小学校－ 子どもの感じ方や考え方を生かす理科 授業－4年 空気の「かさ」って「か わるのかな」から「かわるんだ」へ－	理科の教育	2000
堀 将礼, 遠西 昭寿	概念変換とコミットメント：空気の膨 張概念に関する事例	日本理科教育学会全 国大会要項	1999
星野 智子	空気の学習に描画法を取り入れた小学 校中学年の実践例	理科の教育	1999
辻田 賢次	児童が問題意識をもち体験的に解決し ていく 理科の学習－「空気の温度 とかさ」の実践を通して－	理科の教育	1997
石田 靖弘	物の温まり方に関する児童の理解の実 態とそれをふまえた小学校理科学習指 導の改善	日本科学教育学会研 究会研究報告	1996

燃焼

著者	論題	掲載誌	出版年
田口 諒太, 寺田 光宏	授業における児童の学習意欲の変化に ついて：Chimie im Kontext プロジェ クトにおける燃焼教材を例として	日本理科教育学会東 海支部大会研究発表 要旨集	2015
山下 春美	「本質的な問い」と教師の授業改善： 小学校6年「ものの燃え方と空気」の 単元を事例にして	日本理科教育学会全 国大会要項	2015
山田 貴之ら	児童自らに変数の同定と仮説設定を行 わせる指導が現象を科学的に説明する 能力の育成に与える効果：一第6学年 「ものの燃え方と空気」を事例として－	理科教育学研究	2014
川人 和美, 橋場 隆	小学校教科書「理科」におけるエネル ギー・環境部門の状況：「ものの燃え 方と空気」の学習を地球環境を守る意 識につなぐ	日本理科教育学会全 国大会要項	2013
中島 雅子ら	概念形成の自覚化に着目した理科教育 の自己評価に関する研究：OPPAを 活用した小学校6年「ものの燃え方と 空気」の実践を通して	日本理科教育学会近 畿支部大会（大阪大 会）発表要旨集	2013
緒方 康重, 圓谷 秀雄	児童の粒子概念の実態と変容：小学校 理科学習「空気と水」「ものの燃焼」 を通して	日本理科教育学会全 国大会要項	2011
平澤 林太郎	粒子についての基本的な見方を高める 授業デザイン：小学校6学年「燃焼の 仕組み」の実践から	日本科学教育学会年 会論文集	2011
山下 春美, 堀 哲夫	OPPシートを活用した授業のグランド デザインに関する研究：小学校6年 「ものの燃え方と空気」の単元を事例 にして	山梨大学 教育実践 学研究	2010

著者	論題	掲載誌	出版年
鳴川 哲也	実感を伴った理解を図るために大切にしていきたいこと：第六学年 理科「物の燃え方と空気」の実践で子どもから学んだこと	奈良女子大学学習研究	2009
高橋 三男ら	探究実験－ものの燃え方と空気－(1)：ロウソクの消炎	日本理科教育学会全国大会要項	2009
今井 厚志, 長沼 健	一人一人が意欲的に学び、科学的な見方や考え方を育てる理科授業の工夫－6年生「ものの燃え方と空気」の指導を通して	愛知教育大学教育実践総合センター紀要	2008
宮本 直樹	考察を記述する力を高めるための指導法：小学校第6学年単元「ものの燃え方と空気」を事例にして	理科の教育	2007
山下 真弓ら	「知識伝達－事例化モデル」による理科授業の革新：実践事例5：小学校第6学年「ものの燃え方と空気」	日本理科教育学会全国大会要項	2007
齋藤 暁史	二つの予想から実験の見通しをもつ子ども：6年「物の燃え方と空気」	授業の研究	2007
牧 弘樹	仮説を検証する楽しさを実感する子ども：6年「ものの燃え方と空気」	授業の研究	2005
引間 和彦	国語との関連を意識し、理科における「読解力」を育成する：小学校第6学年「ものの燃え方と空気」の実践から	理科の教育	2005
村山 一彦	子どもの独創力を感じた瞬間：第6学年「物の燃え方と空気」の実践より	理科の教育	2005
村中 政文	「双方向的な学び」のある理科授業：小学校6年「ものの燃え方と空気」の実践を通して	日本理科教育学会中国支部大会研究発表要項	2004
高橋 泰道	6年「ものの燃え方と空気」における発展的・補充的な学習の実践と位置づけ	理科の教育	2004
廣繁 和明	6年：目に見えない世界を探ろう：「ものの燃え方と空気」「水溶液の性質とはたらき」	理科の教育	2002
福田 隆昌	授業を楽しくするために：～空気の存在を認識する教材～	日本科学教育学会研究会研究報告	2000
後藤 淳	自然事象を根拠に追究する個の育成：6年「ものの燃え方と空気」を通して	日本理科教育学会全国大会要項	1999
山中 俊道	子どもの素朴概念に基づいた理科の学習：第6学年「物の燃え方と空気」の実践を通して	日本理科教育学会全国大会要項	1998
谷口 計郎, 吉谷 昭彦	小学校理科における空気・気体認識を確かにするための授業の指導計画	鳥取大学教育学部研究報告. 教育科学	1997
斎藤 有厚, 栗田 一良	探究能力を育てる課題研究の実践的研究その(6)：小6年「物の燃え方と空気」単元を通して	日本理科教育学会全国大会要項	1996

著者	論題	掲載誌	出版年
栗田 一良ら	情意面における評価の研究 PART IV その5：物の燃え方と空気（6年）を通して	日本理科教育学会全国大会要項	1996
村松 友和	子どもが創り出す理科の授業 - 第6学年「炭焼きに挑む！」（燃料と空気）の実践を通して-	理科の教育	1996
村松 友和	子どもが創り出す理科の授業を目指して：第6学年「炭焼きに挑む！」（燃料と空気）の実践を通して	理科教育研究	1996
小島 ふみ子, 小堀 美雅子	小学校理科における学習指導法の改善：「第6学年 ものの燃え方と空気」の実践を通して	日本科学教育学会研究会研究報告	1996
栗田 一良ら	情意面における評価の研究 PART III その4：物の燃え方と空気（6年）を通して	日本理科教育学会全国大会要項	1994
萩原 武士ら	理科学習に有効な授業の要素について (IV) - 小学校第6学年「物の燃え方と空気」の授業を通して-	大阪教育大学紀要. V, 教科教育	1994
萩原 武士ら	理科学習に有効な授業の要素について (VI)：小学校6学年「物の燃え方と空気」の授業を通して	大阪教育大学紀要. V, 教科教育	1994
萩原 武士ら	理科学習に有効な授業の要素について (III)：小学校6学年「物の燃え方と空気」の授業を通して	大阪教育大学紀要. V, 教科教育	1993
奈良 哲夫, 真貝 健一	問題解決能力を高める理科指導法の研究：II：小学校6年「ものの燃えかたと空気」における問題を把握する能力の評価	日本理科教育学会関東支部大会研究発表要旨集	1991
奈良 哲夫, 真貝 健一	問題解決能力を高める理科指導法の研究：小学校6年「ものの燃えかたと空気」における問題を把握する能力を育成する指導	日本理科教育学会全国大会要項	1991
藤島 一満	空気の概念の指導について：ゼミ生の卒業研究から	日本理科教育学会全国大会要項	1990
森本 信也ら	理科授業において子ども達が獲得する知識の性質とその変容過程について：空気概念を中心として	日本理科教育学会全国大会要項	1990

生物と空気

著者	論題	掲載誌	出版年
平山 大輔ら	光合成の授業におけるICTの活用とその有効性：一小学校理科 6年小单元「生物と空気のかかわり」に注目して-	理科教育学研究	2014
伊藤 紀子	学習者の立場にたった、理科の学びの在り方：「かかわり図」から学ぶ生物と環境	日本理科教育学会全国大会要項	2006
鈴木 智裕	空気と生物の関係	理科の教育	2005

水蒸気

著者	論題	掲載誌	出版年
舘野 ひかり, 栢野 彰秀	中学校「理科」の分野目標「実験結果を分析して解釈する」を達成する授業の在り方に関する事例的研究 - 第2分野「空気中の水蒸気の変化」小単元を事例として-	北海道教育大学大学院高度教職実践専攻研究紀要	2013
横須賀 篤	「冷たい水を入れたコップの表面について水は空気中の水蒸気である」ことの指導の工夫	理科の教育	1996
小林 和裕	自ら課題をつかみ、調べ方を工夫しながら解決していく学習をどう保障するか:「空気中の水のゆくえ」の単元を事例として	日本科学教育学会研究会研究報告	1993
松本 武夫	六年理科「空気のしめりけ」追求の過程	奈良女子大学学習研究	1962

状態変化

著者	論題	掲載誌	出版年
谷口 計郎, 吉谷 昭彦	小学校理科における空気・気体認識を確実にするための授業の指導計画	鳥取大学教育学部研究報告, 教育科学	1997
大橋 純恵, 松本 伸示	水の三態に関する子どもの概念発達: 空気中の水蒸気の存在理解を中心にして	日本理科教育学会全国大会要項	1994

空気の流れ

著者	論題	掲載誌	出版年
大谷 周平, 野間 正泰	小学校理科教材としての物体まわりの流れの可視化	日本理科教育学会近畿支部大会(大阪大会)発表要旨集	2014
平山 訓之ら	風の視覚化に関する教材研究(II)	日本理科教育学会東北支部大会講演要旨集	2005
八木 陸郎	空気の流れ	理科の教育	1996

空気抵抗

著者	論題	掲載誌	出版年
辻本 昭彦	勢いよく落ちる風船: 授業に役立つサイエンスマジック・運動と力, 空気抵抗	理科の教育	2011
山下 雅文	空気抵抗のある落下運動の教材化	日本理科教育学会全国大会要項	1996

気象

著者	論題	掲載誌	出版年
石川 喜三郎	動的自然観に立った理科指導法への一提案: 小学校第5学年『天気と気温の変化』の実践を通して	日本科学教育学会年会論文集	1998

著者	論題	掲載誌	出版年
高橋 庸哉	小・中学校理科教科書における‘雨冠’現象の記述と問題点	日本科学教育学会研究会研究報告	1993
小島 敏光, 根本 和成	気象教育における自然認識の研究：特に、雨・雪・霧・霜・雲・風の認識について	日本理科教育学会全国大会要項	1991
佐橋 謙	小学校の「風」の教材について--気象学の立場から	岡山大学教育学部研究集録	1974

音

著者	論題	掲載誌	出版年
杉村 健史ら	空気中を音が伝わるしくみ：具体的イメージをとまなう小中学校理科指導の視点	岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学	2012
丸山 辰志, 戸北 凱惟	小中学生の音の伝わり方に関する認識の実態とその問題点：振動を伝える媒質としての空気に着目して	日本理科教育学会全国大会要項	1994

エネルギー

著者	論題	掲載誌	出版年
大西 義浩ら	中学校技術分野との関連に基づく風力発電を題材とした小学校6年生理科の教材開発	愛媛大学教育学部紀要	2014
柴 一実ら	小学校理科における学び文化の創造(10) 科学読み物が子どものエネルギー理解に及ぼす影響に関する研究	広島大学学部・附属学校共同研究紀要	2009
杉澤 学	子どもが主体的に取り組むエネルギー学習：「風と翼の研究」から「風力発電の研究」総括編	奈良女子大学学習研究	2006
杉澤 学	子どもが主体的に取り組むエネルギー学習：「風と翼の研究」から「風力発電の研究」後編2	奈良女子大学学習研究	2006
松川 徳雄ら	科学的思考力の育成をめざした「教育実践研究」：探究活動「効率のよい風力発電を求めて」	鳴門教育大学授業実践研究	2006
杉澤 学	子どもが主体的に取り組むエネルギー学習：「風と翼の研究」から「風力発電の研究」後編1	奈良女子大学学習研究	2005
杉澤 学	子どもが主体的に取り組むエネルギー学習：「風と翼の研究」から「風力発電の研究」前編	奈良女子大学学習研究	2005
小堀 美雅子	風の力を調べよう - 簡易風力発電機作り -	理科の教育	2001