

## 解説

# 熱・エネルギー - に関する, 小・中学校教育の現状

伊佐公男, 橋場 隆

(受取日: 2005年1月11日, 受理日: 2005年1月17日)

## Education of Heat and Energy in Elementary and Junior High Schools

Kimio Isa and Takashi Hashiba

(Received January 11, 2005; Accepted January 17, 2005)

Education in elementary and junior high schools is reviewed and discussed in relation with heat and energy. There are many subjects concerning heat and energy, especially in elementary schools. They are estimated to amount to about 46 % of the total content of science. Many experiments, while feasible only with simple apparatuses and by pupils themselves, help them to construct diverse concepts about things. It is important to make them have such experiences at their early stage in the schools. There are many educational materials as well which are potentially to be changed in future, and supports are needed to the education in schools.

### 1. はじめに

小・中学校の理科教育で「熱・エネルギー教育」がどのように取り扱われているかを, 本誌に執筆して欲しいとの依頼を編集委員の方から頂いた。大学院理学研究科を修了したとき, 分子科学, 表面科学分野で自分なりに, その道の専門家気取りだったが, 勤務先が教員養成学部であったことから見事に自負は打ち破られた。持っていた知識は, 教育に役立てるものにはなっていなかった。今30年近くたって, 科学研究と理科教育との関係, さらに, 理科教育の研究とは何かが少し分かり始めた段階にあるように感じる。しかし, 若い時代に先輩諸先生方から教えて頂いた「物事を自分でやってみて, 自分で判断をくだす姿勢」は何ものにも代え難い自分の考え方・生き方の基本であり, 今回学会から頂いたテーマを自分なりに咀嚼し, 現状の理科教科の内容を紹介したい。手許にある小・中学校の教科書は平成17年度から変更が予定されているが, この教科書を中心に述べることとする。

理科教員養成の現場では, 小学校の先生になった時に理

科嫌いにならないように, また, 進んで理科を教える先生を養成することが求められ, その具体的な取り組みも最近特に重要になっている。長年に亘って日本熱測定学会と理科教員養成現場の両方に活動拠点を置いてきたことが, 本執筆のプラスになれば幸いである。

### 2. 小・中学校理科の概要と日本熱測定学会の目的

小学校の理科は, A分野(生物と環境), B分野(物質とエネルギー), C分野(地球と宇宙)に分かれ, 中学校の理科は, 第一分野(物理的領域及び化学的領域)と第二分野(生物的領域及び地学的領域)に分かれている。そこで, 小・中学校の理科の内容として, 東京書籍の教科書と教師用指導書等を参考にし, そのうち「熱・エネルギー教育」の部分を取り上げる。<sup>1,2)</sup>

一方, 日本熱測定学会の目的は, 「熱測定(熱量測定・熱分析・その他の熱力学諸量と熱物性値測定)およびこれと密接に関連した科学に興味をもつ研究者相互の連絡を通じ, 熱測定に関する科学および技術の研究と応用を促進すること」にある。<sup>3)</sup> 本執筆に当たって, 『熱量測定・熱分析ハンド

ブック』で取り上げられている範囲を学会の活動領域とした。<sup>4)</sup>

まず、「熱・エネルギー教育」関係の小学校での取り上げ方の項目を全体の項目との割合で表すと、3年、4年、5年、6年でそれぞれ 3/9, 9/11, 4/9, 1/8 を占め、取り上げ方のウエイトは異なるが、全学年では 17/37 (46%) を占め、かなり大きな割合である。従って、「熱・エネルギー教育」は小学校段階では大きく取り上げられていると言える。一方、中学校での取り上げ方は、このような幅広いものではなく集中的なものになっている。内容の要約を以下に順次示す。

### 3. 小学校3年生の教材から

要約：【日光是熱源である。暑さ寒さは温度で表す】

#### 3.1 『日なたと日かげを調べよう』

まず地表面の温度の測り方が示されている。熱測定誌上でも、温度の測り方（以下では温度測定）は一番重要で、これが理科として初めて学習する3年生の教材で示されている点は重要である。温度の読みにも四捨五入のセンスが、この段階で導入されている。しかし、3年生では、直観的にと読むことを示し、 $0.1$  と小数点以下は読まないことになっている。すなわち  $0.1$  の精度の読みは要求していない。算数において小数概念が未習であることも、その原因である。また、温度計自体が太陽熱で暖まらないように、液柱の部分を厚紙等で覆う測定法にも踏み込んでいる。このようなセンスは小さい段階から教えていくべきである。<sup>5)</sup> 盛夏なら、この処理を怠るだけで数十の測定誤差を生む。また、5分ぐらい経過し、液柱の高さが変わらなくなつてから目盛を読むと指示されている。緩和時間の数倍の時間を待てば安定に測温できることを示唆している。<sup>6)</sup> 使用する温度計については、 $-5 \sim 105$  の目盛が付いたものがお勧めである。通常購入する棒温度計は  $\pm 2$  ぐらいの誤差が見込まれ、児童が「先生、温度がなくなりました」などという混乱を引き起こすことを考えると、 $0$  以下のマイナス側で目盛がない状態は避けたい。小学校の教材では、普段取り扱いに注意していても、年1~2回しか使わないことから、経年変化もあり、このような注意も必要である。

#### 3.2 『鏡はあたたかさをはねかえすのかな?』

鏡ではね返した日光を重ねて暖かさを調べると、重ねた方が暖かくなる。これには、五感の一つである、手で感じることも行わせている。小学校3年生の段階では、数値で測定することも大事だが、感性・五感も大事にするように指導され、そうした経験を積んでいく姿勢も教示されている。

#### 3.3 『虫眼鏡で日光を集めよう』

虫眼鏡で日光を集めようという昔なつかしい実験がある

が、どうして物（紙）が燃えるのかをじっくり考えることは少ない。紙面への太陽光の径は、レンズの直径を  $1/10$  から  $1/20$  に絞り込んでいるので、面積にすると  $1/100$  倍から  $1/400$  倍に絞り込んでいる。太陽の暖かさの  $100$  倍から  $400$  倍のエネルギーが当たると、紙が焦げ、燃え始める。この原理は赤外線加熱炉と同じものである。太陽定数（地球の大気圏外で太陽に正対する単位面積が単位時間に受ける太陽の輻射総量）は  $8.23 \text{ Jcm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  であり、この  $400$  倍程度の熱が紙に集中しているものと考えられる。放射エネルギーの反射率も考慮する必要があるが、数  $\text{kJcm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  の熱が紙に集中していると考えられる。

### 4. 小学校4年生の教材から

要約：【動植物の成長、活動は気温（温度や日照）が関係する。温度と体積には関係がある。物質で熱の伝わり方（伝導と対流）は異なる。温度によって水は状態変化する。】

#### 4.1 『あたたかさと生き物 (1)』

『あたたかさと生き物 (1)』以外に、『あたたかくなると』、『涼しくなると』、『寒くなると』等、多数の自然の生物教材が「熱とエネルギー」に関して準備されている。植物の成長、昆虫の活動と暖かさ（あるいは寒さ）がどんな関係にあるのかな、ということを考えさせている。『あたたかくなると』には、昆虫の活動、ヘチマ、アゲハ、ツバメ、カエルの産卵など、児童が喜びそうなテーマが目白押しである。実際に暑くなると、ヘチマの成長、昆虫の数、ツバメの子育て、カエルの活動の様子を観察させている。『涼しくなると』では、葉が枯れ落ちていく。桜の葉が枯れるのと、ヘチマが枯れるのはどのように違うかが触れられている。生物はどのようにして種を保存してきたかということが、これらを通してよく理解される。

空気の温度（気温という表現はここでは使わず5年生で使い始める）の測定において、温度計に日光が直接当たることは避け、あるいは自分の体で遮ることを推奨している。筆者が小さい頃は、温度計を地面に垂直にして測定していたと記憶するが、最近の教科書では、見易いように斜めにしても良いという図が示されている。また、温度計に直接息がかからないように  $20 \sim 30 \text{ cm}$  離し、温度計の液の高さが変わらなくなるまで待って、温度を読み取るように注意している。

#### 4.2 『もののかさと温度』

含まれる内容は、まさしく熱測定の方法の初歩そのものではないかと思う。物理的性質としてのかさ（体積）と温度の関係は、一定昇温速度の制御はできていないが、熱分析・熱測定の原理・定義と一致している。実際の内容は、 $500 \text{ ml}$  の丸底フラスコにフォムポリエチレンで栓をして湯に漬けると、フラスコ内の空気が暖まった段階でその栓

は飛び出す。栓を下にして湯に漬けると、空気が暖められて栓が上の方に飛び出すだけでなく、下の方にも飛び出すことを実感させる点が強調されている。空気が暖められるとかさが大きくなり、フラスコの形は変わらないから閉じこめる力の弱い栓のところで空気が押し出されることより栓が飛び出す。圧力が全方向に働くことを理解することは重要で、実験等を通じて理解させる配慮である。

ところで水温を一定昇温速度で熱すると熱測定になるが、児童には可能な限り工夫をさせて一定昇温の測定をさせている。小学校では授業時間(45分が通常である)が限られており、「ガスバーナーの火の高さを何cmにしてやりましょう」という指示もされている。グループ実験の結果がバラバラでは收拾がつかない状況になることから、時間内でうまく結果が出せるようにするための教育現場における工夫である。

「空気が暖めると、かさが大きくなるのだろうか。」について混乱するような教材がある。一つの実験は、試験管の上から2/3位のところに石鹼膜を張る。最初試験管の口の部分に石鹼膜を付け、低温に漬けて操作すると2/3位のところに石鹼膜が来る。試験管を60-70のお湯と冷たい水に交互に浸け、暖めたり冷やしたりすると、その石鹼膜は上下する。この上下は空気のかさの膨張・収縮を表している。ところが、このとき少し違う要素も通常教えられている。石鹼膜を試験管の口に付け、試験管を手で握って中の空気を暖めると、石鹼膜が膨張し、膜は球に近い形になる。この時、かさの膨張を考えるが、どちらかというところ、児童はこの形にも興味を持ちすぎて、かさの膨張より、その形に関心が向いてしまい、少し混乱を招くことになる。しかし、この実験は大変興味深い現象でもあり、積極的にその点は説明すべきである。従って、何故このような形に膨張するのかという点を易しく説明すべきであろう。石鹼膜と試験管のガラスとの間の表面張力なども念頭に置いた説明も必要であろう。実際に児童に分かり易く説明することは難しく、そのような説明方法の開発等は今後の課題である。理科教育に協力していただける本会会員が増えることは、このような点を前進させる意味においても、大きな意義がある。

別の実験として、一円玉で蓋をした試験管を湯につけて、中の空気を暖めるとパカッと蓋が開くが、一円玉の重力で元に落ちる。一円玉を濡らしておかないと、うまく戻ってくれない。水の表面張力で密封していることが大事である。一円玉と試験管の間にある水の薄い膜の表面張力と、一円玉の重力が一円玉を飛ばないように維持している。試験管内の圧力が上昇すると、それを断ち切って一円玉が浮き上がる。例えば、最初27で、お湯が73とすると、中の空気が理想気体であれば計算上約1.15倍の圧力になり、蓋が

開く。このことを通して微少な圧力の変化を認識していることになる。一円玉の重量でまた元の状態に蓋をすると、再度内部の圧力が上昇し、一円玉がパカッと開く。このようにパカパカを繰り返す。

#### 4.3 『水や空気はどのようにしてあたたまるのか』

今回の教育課程では、児童にも考えられるように指導すべきであるとうたってあり、それぞれに工夫してうまく測っているが、実際には児童自身で工夫できるものではない。小学校の理科では、高価な消耗品は使えない(また、使わない)が、分かり易い教材を使う工夫がなされている。水の暖まり方をピーカーで調べる方法としては、ピーカーの片隅におがくず、あるいはみそを入れて熱してやるのが定番だが、これが一番よいかどうかは検討の余地がある。多くの長い間の経験を通して使われている。しかし、児童には簡単にできず、このことは先生方の悩みである。空気を電熱器であたためて、その流れを線香で調べるなど、検出器としての多様な工夫もなされている。熱気球は暖められた空気が上に移動する性質を利用している。この辺の工夫は、「青少年のための科学の祭典全国大会」などにおいて、一般の方が工夫法を提案できる余地がある。

#### 4.4 『水のすがたとゆくえ』

雨が上がりしばらくすると、コンクリートの濡れたところは乾き、水たまりの水は無くなってしまふ。水が蒸発するからである。日なたと日かげで水の蒸発する速さが違うのは、日なたで水が太陽に暖められるということである。この現象は大変大事で、水の循環を学ぶ最初であろう。多くの水は、太陽のエネルギーで蒸発し、巡り巡って雨などで降ってくる。地面にしみ込む水がもっと多いのではと思うが、かなりの雨が降っても地面の内部の湿り具合がそれほどではないことも経験させる。実際にほとんど雨水は地表面に留まっている。定量的には述べられていないが、水が表面のごく浅いところにあることは、児童もほとんど知らず、この事実には大変興味を示す。

### 5. 5年生の教材から

要約：【動植物の成長、活動は気温(温度や日照)が関係する。温度と体積には関係がある。物質で熱の伝わり方(伝導と対流)は異なる。温度によって水は状態変化する。】

#### 5.1 『天気と気温の変化』

遠足や運動会などが近づくと天気のことを気にする。天気の変化は児童にとって極めて重要なことで、気温の変化を調べることが要求されている。いわゆる気温は、5年生から導入されている。空気の温度は測る条件によって異なる。そこで、次のようにして測った空気の温度を気温としている。その条件は、温度計に日光が直接当たらないようにして測る、建物から離れた風通しの良いところで測る、

温度計を1.2～1.5 mの高さで測る，等である。

### 5.2 『ものどけかた』

ものが溶ける量は水の温度によって変わるか？というところで、食塩とホウ酸のような、溶ける量の変化が小さいものと大きいもので比較している。計量スプーンですり切り何倍溶けるかを調べている。自然に蒸発させる場合として、食塩水を広くて浅い入れ物に入れて、日光のよく当たる風通しの良いところに置くと、大きい粒ができることを確認させる。水の温度を上げてホウ酸をたくさん溶かしたホウ酸水をそのままにして置くと温度が下がるにつれてホウ酸の結晶が析出して来る。このとき、析出したホウ酸はホウ酸水の温度を上げたらどうなるか？また、ホウ酸を取り出した後の液を、さらに冷やしたらどうなるか？等を通じて、飽和という考え方を学ぶ。また、水の温度が低くなって、溶ける量は少なくなっても、ホウ酸が完全に水の中から無くなった訳でないことを理解させている。溶液にはなにがしかのホウ酸が解け込んでいることを児童に実感させる。児童は、分子概念の端緒を感じ、先生によっては分子・粒子概念を導入しておられる場合もある。このように溶解度は物質によって異なることを、2種類の物質の溶解、析出を通じて理解させている。溶解度の数値の意味は、児童には、未だ理解されていない。

### 5.3 『ものあたたまり方』

金属のような等質等方性物質は、どの方向も熱くなることを学ぶ。一方、温かくなった水は上方に移動する。温かくなった空気も上方に移動する。金属の場合は（熱）伝導となるが、水や空気の動きは普通対流という現象である。興味深いのは、正方形のAlの薄板に、温度センサーを密着して貼り付け片隅から熱すると、同心円状に温度は上昇していく。多くの教科書には、対角線を越えてからの状況も同じという実験結果を書いている。実際には、対角線を越えてからは、徐々に傾向が変わり、最終的には、対極からの同心円のような形を示す。この結果をみると、「物事を自分でやってみて、自分で判断する」態度の重要性を認識する。<sup>7)</sup>

## 6. 6年生の教材から

要約：【燃焼には空気中の酸素が使われ、燃焼後には二酸化炭素が発生する。】

### 6.1 『ろうそくを燃やすと』

酸素や二酸化炭素の気体検知管を小学校では積極的に使って定量的に考えることを行わせている。従来、検知管等の消耗品は比較的高価で積極的に使われなかった。最近では小学校でも積極的に使われている。今後可能な限り積極的に使われることが望まれる。

ろうそくを燃やす前後での酸素と二酸化炭素の変化を調

べる実験を行っている。酸素であれば空気中の濃度が21%から17%程度まで減少しており、また、二酸化炭素であれば0.03%から1～3%に増加した測定結果が得られる。酸素が完全に無くなっていないのろうそくの火が消えることは、是非一回経験させておくことが重要である。この段階までは定性的な実験が中心で定量的な実験を経験させることは重要であり、その非常に良いチャンスである。

### 6.2 『呼吸をしてなにをとりいれているのか？』

興味深いことは、呼気、吸気を調べて、呼吸で何を取り入れているかを、両気体検知管で同様に調べている。ろうそくと同じような数値になっており、それは偶然であろうが、興味深い。数値を記憶させる教育に偏りがちであるが、このようにろうそくの燃焼と呼気・吸気のそれぞれが類似していることを知れば、児童は興味をもってその原因等を考えるようになるのではないだろうか。

## 7. 中学校の教材から

要約：【状態変化に伴って体積は変化するが、質量は一定のままである。状態の境目の温度（沸点、融点）は物質で決まっている。物質は原子、分子で構成されている。物質を組み合わせて化合物を作ることができる。特に激しく光と熱を出しながら物質が化合することを燃焼という。エネルギーには色々な姿があり熱エネルギーもその一つ。エネルギーの姿は変換でき、その過程で一部は熱エネルギーになるが、それも含めた総量は前後で変わらない。化学変化で発生する化学エネルギーは広く利用され、石油などの炭化水素は生活に欠かせないエネルギー資源である。】

今回の指導要領の特徴は、問題解決能力や思考力、表現力の育成、総合的な見方の重要性についても言及している点である。中学校の教材は、理科を専門に勉強してきた先生方が教えるため、「熱とエネルギー教育」の頂も取り上げ方は専門的である。以下のような種々の調べ方の中に、として、熱することが挙げられている。その操作は、比較的容易に実行可能であり、しかも決定し易いことに基づいている。

形や状態を観察する。

磁石につくか、電気を通すかを調べる。

質量や体積を測る。

水に入れたときの様子を調べる。

熱して調べる。

薬品を使ったときの様子を調べるなど。

### 7.1 『光による様々な現象』

これらの現象も温度が影響しているので取り上げておく。曲がって進む光として、屋気楼や逃げ水についても考えられている。まず海を隔てて遠方の対岸をみているとき、対

岸の景色が浮き上がったり、変形して見えたりすることがある。空気の温度が部分的に変化すると、光は屈折する。有名な魚津（富山湾）の蜃気楼は春先、海水の温度が低いところへ、あたたかい空気が流れ込んで空気の層ができた結果、光が屈折したり全反射したりするために起こる。

暑い日差しが強い日に、アスファルトの道路などで見える逃げ水は陸上で見える蜃気楼の一種である。地表近くに高温の空気の層ができるため、光が屈折して逃げ水が見える。蜃気楼も逃げ水も虚像である。このように、温度はこの分野とも深く関わっている。

## 7.2 『物質のすがたと状態変化』

窒素や酸素などの気体も冷やして温度を下げると液体になり、さらに冷やすと固体になる。また、食塩や金属も、熱して高温にすると液体になり、さらに熱すると気体になる。

最近には特に液体窒素の実験が中学生にも人気がある。液体窒素はジュワーピンさえあれば簡単に入手できる。実物を見ることや、実験をすることには大きな意義がある。<sup>7)</sup>

## 7.3 今後検討を要する事例

要約で触れた内容が多数述べられており、その扱いは小学校に比べて科学的であるが、これまで小学校の部分で述べたような方法ではあまり議論されていない。そこで、中学校における問題点をいくつか挙げておく。

例えば、先日中学校で携帯電話のしくみに関する、元企業の研究者によるIT（チームティーチング）の授業を見学する機会があった。<sup>9)</sup> ここでは、携帯電話が分解され、電子部品の小型軽量化が説明された。中学校の先生方でもほとんど知らないことが多く、感心し、驚きを中心のすばらしい授業であった。一方で、なかなか質問が出ず、その意味で工夫の余地があると感じられる。

また、「青少年の科学の祭典福井大会」をこれまで4回開催してきたが、参加実態は小学4年生をピークに中学生は、きわめて限られた参加しか期待できない。最近では、中学校の科学部・科学クラブ等に出席参加してもらい、自分のブースで小学生相手に説明することと、空き時間を多めにとって、他のブースを見学してもらう体制を取っている。2004年度は、初日には台風がきて、来場者が少なかったので、お互いが見合える状態になり、結構勉強になった。しかし、内容的には中学生、高校生が特に参加してもらいたいものが多いにもかかわらず、中学生や高校生の参加は極端に少なく、これをいかに克服するかも大きな課題である。

小学校・中学校の理科授業研究や、自由研究の審査を行ってきて中学生に理科のおもしろさを伝えることの難しさを感じる部分がある。高等学校のことは十分に把握できていないが、それぞれが抱える困難の中味には多少の違いがあると思われる。

中学生にとってはまず、部活があり、それに続いて受験が重くのしかかっている。指導する側にも、科学のおもしろさ等を伝える部分が欠落しているかも知れない。少しここでも触れたが、内容重視の教科では、ある程度基礎的な理科の素養がないと、興味をもつことも困難になる時代かも知れない。その点でSPP（サイエンスパートナーシップ）のように大学の先生方などが、中学生を何名か集めて一定の期間一緒に実験を行い、その説明をし、話をする制度なら、興味も持続し易いかも知れない。<sup>9)</sup> 小学校の教材は、上述のように、考える要素が多くあり、質問も多様なため、盛り上がる場合が多い。一方、中学校の教材は、できるだけ正確に伝えようとするあまり、興味や関心を削いでしまっている嫌いがある。

## 8. まとめ

平成14年度から施行されている、新しい教育課程の評価について述べ、どのような考えに基づいているかを示しておく。基礎的・基本的な内容の確実な習得、自ら学び自ら考える力などの「生きる力」の育成、新設された「総合的な学習の時間」の適切な活用、の考えに基づいて作られた。

評価の役割とそのありかたとしては、評価を指導の改善に活かす、学習の結果だけでなく過程を重視した評価、子どもの良い点や可能性あるいは進歩的あるいは進歩の状況の積極的な評価、の3点を挙げている。<sup>10)</sup> このように、従来と違う教育課程での教育を、現場の小学校・中学校の先生方は頑張って実行されている。

今後、学校の理科教育に対して本会が寄与できることは多数ある。また、それは日本の将来のために求められていることに合致する、基本的な問題である。しかし、何をどのようにしたら良いかを、今日、十分に提案できていない。その対応策は将来とも重要な研究対象でもあることを述べ、今回は解説に止める。是非一度、上述した内容の一部を自分の目で確かめて頂きたい。

## 文 献

- 1) 小学校教科書「新しい理科 3,4上, 4下, 5上, 5下, 6上, 6下」東京書籍 (2004).
- 2) 中学校教科書「新しい科学 1上, 1下, 2上, 2下」東京書籍 (2002).
- 3) 熱測定 30[別冊], 94 (2003).
- 4) 日本熱測定学会編「熱量測定・熱分析ハンドブック」丸善 (1998).
- 5) 金本訓郎、伊佐公男「温度計の教育的活用について - アルコール温度計の初等中等教育段階での扱われ方」福井大学教育実践研究 23, 135 (1999).

- 6) 石村 竜, 伊佐公男「棒状温度計 - 計測教材としての内容と位置づけ - 」日本物理教育学会誌 24, 156 (1976).
- 7) 「金属の熱の伝わり方を視覚化する」第6章 身近で発展性のある教材『理科ハンドブック - II これからの理科学習を支える教材 (理科教育学会編)』東洋館出版社 (2002).
- 8) 青少年のための科学の祭典2004 全国大会実験解説書 (2004).
- 9) エネルギー環境教育と地域連携に関するシンポジウム, 福井大学 (2004).
- 10) 江田 稔, 三輪洋次編著「改訂中学校学習指導要領の展開 理科編」明治図書 (1999).

### 要 旨

小・中学校での「熱・エネルギー教育」について, 理科の教員養成を担当してきた立場と, 熱測定学会で種々の仕事をしてきた立場の両面から考察した。小学校では, 「熱・エネルギー教育」に関して, 予想以上に多く取り上げられていることが特徴である。温度測定も比較的早い段階で教えられている。使用が比較的簡単な測定器も多く, 児童自身が実行できるものでありながら, それによって種々の概念が構築されていくことから, 早い段階での取り組みは重要である。その教材のうちには, 児童や教員が十分理解できる, あるいは指導できる教材といえるかどうか疑問が残るものもあり, 今後さらに検討を加えることが必要である。

伊佐公男 Kimio Isa  
国立大学法人 福井大学教育地域科学部,  
Lab. of Natural Science Education,  
Faculty of Education, Fukui Univ.,  
TEL. 0776-27-8688, FAX. 0776-27-  
8524, e-mail: isa@edu00.f-edu.fukui-  
u.ac.jp  
研究テーマ: 身近な現象の科学, 質量  
分析, 熱測定  
趣味: 読書 (推理小説)

橋場 隆 Takashi Hashiba  
(株) 原子力安全システム研究所 社会シ  
ステム研究所, Institute of Nuclear Safety  
System, TEL. 0770-37-9106, FAX. 0770-  
37-2008, e-mail: hashiba@inss.co.jp  
研究テーマ: エネルギー問題と社会シ  
ステムの研究  
趣味: 料理