

BEAT研究成果報告「おやこ de サイエンス」

——ケータイを活用して親子の学びを支援する——

●
中原 淳 [東京大学大学院総合教育研究センター助教授]
山口悦司 [宮崎大学教育文化学部助教授]
西森年寿 [東京大学大学院総合教育研究センター客員助教授]
望月俊男 [東京大学大学院総合教育研究センター客員助教授]

B EAT（ベネッセ先端教育技術学講座）は、
モバイルメディアを学習活動に活用するための研究を目的とした

東京大学大学院情報学環とベネッセコーポレーションの共同研究事業だ。

そのプロジェクトの一つ「おやこ de サイエンス」では、
ケータイを活用した親子でいっしょに取り組むことのできる理科実験教材を開発。

2005年の秋に一般公募の親子に実際に教材に挑戦してもらった。

ケータイでの学習効果はどの程度あったのか？

そして親子間の関係に影響はあったのか？ その研究成果を報告する。

●「おやこ de サイエンス」プロジェクト概要

内容と狙い：携帯電話を活用した親子でいっしょに自宅で取り組む3週間の理科実験教材。子どもの学習の状況が親の携帯電話に届けられ、それをきっかけに親子のコミュニケーションがどれだけ深められるか、またコミュニケーションの深まりにより子どもの科学的理解が促進されるかを評価することを狙いとする。

参加者：小学校4年生30人、5年生30人とその親（ウェブサイト、新聞紙上にて公募）

期間：2005年11月5日（土）～26日（土）

プログラムの流れ

5日（土）	実験ワークショップ
7日（月）～11日（金）	ウィークデー実験（2回実施）
12日（土）～13日（日）	おやこ de 週末実験
14日（月）～18日（金）	ウィークデー実験（2回実施）
19日（土）～20日（日）	おやこ de 週末実験
21日（月）～25日（金）	ウィークデー実験（2回実施）
26日（土）	実験ワークショップ

どんなプロジェクトだったのか？

親と子どもがいっしょに取り組める理科実験教材開発プロジェクト

「これまでケータイを、子どもの学習ツールとして活用した試みはいくつかありました。しかし、子どもの学習に親の関与を引き出すツールとしてケータイを使ったケースは、恐らく初めてだと思います」

こう語るのは、「おやこ de サイエンス」のプロジェクト・リーダーであるBEATフェローの中原淳助教授。中原助教授がいうように「おやこ de サイエンス」は、親子でいっしょに自宅で取り組むことのできるケータイを活用した理科実験教材開発プロジェクトだ。

05年秋、プロジェクトに参加してくれる親子（子どもは小学校4、5年生）を新聞紙上などで公募。60組120名の親子の参加者を得て、取り組みはスタートした。

期間は3週間。今回設定した理科実験のテーマは「光」だった。「光」をテーマにした狙いについて、カリキュラム開発を担当した山口悦司助教授は、次のように語る。

リズムとを統一的に理解することが難しい学習内容です。例えば、子どもは、人がモノを見ることができているのに光が関係していることは経験的に分かっていますが、『人がモノを見ることができているのは、目から光が出ていて、モノに光を当てているから』と考えがちです。こうした素朴概念を変容させるのは、一方的な教え込みでは難しい。そこで、3週間繰り返される実験を通して、子どもの素朴概念を科学的に妥当な概念へ転換することに挑戦しました」

スタート日には休日を当てて「実験ワークショップ」を開催。親子に学習ツールとなるケータイを配り、使い方の説明や、これから学ぶべき内容のオリエンテーションを行った。

そしてワークショップの翌日から、子どもはそれぞれの家庭で「おやこ de サイエンス」のケータイ・ウェブサイトにアクセスし、実験ガイドに沿って実験に取り組み始めた。1回の学習では、①まず子どもはケータイサイトにログインし、「今日の実験」の概要を見る。②子どもはその実験結果の予想をする。この時他の子どもの予想を見ることも可能だ。③次に実験ビデオを見て実験のやり方が分かったら、自分も実験に挑戦する。④その結果を記録し、自分の予想との異同を確認する。また、他の子

どもの結果もチェックする。⑤そして解説を読んで、⑥最後はレベルアップクイズに挑戦というのが、一つの実験における学習サイクルだ(図表1参照)。

いっしょに実験に参加している仲間の予想結果や実験結果が分かるなど、ケータイの特性であるインタラクティブ性を活用したプログラムとなっている。

子どもの取り組み状況は、その都度メールで親のケータイに送信される。「今日出されたろうそく問題は難しかったけれど、よく予想できたね」というように、子どもに対する親からの声かけの場面が生まれることを促すものだ。また週末には親子で協力し、少しレベルの高い実験にいっしょに取り組んでもらう「おやこde週末実験」も、カリキュラムの中に用意した。

平日に子どもが1人で取り組む「ウィークデー実験」と、週末の「おやこde週末実験」のカリキュラムのテーマは、図表2のようになっている。山口助教授によると、カリキュラムは「子どもたちが安全に楽しく実験に取り組める『テーマ』と、子どもたちの素朴概念が強固であるため正しく理解するのが難しい『得られる知識』を、バランスよくブレンドする」ことに留意して作成された。こうした取り組みが3週間続けられ、最終日の土曜日には再びワークショップを開催。3週間の学習の成果を確認する実験が行われて修了、というプログラムだ。

ちなみに全参加者のうち約9割の親子が最後までプロジェクトに参加して、無事修了証をもらった。この手のプロジェクトとしては、かなり高い継続率だといえるだろう。

なぜケータイに着目したのか？

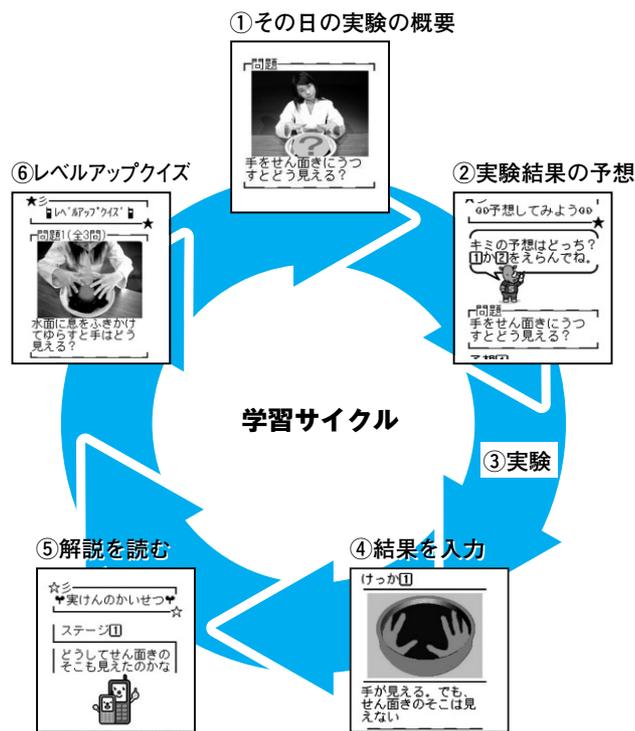
ケータイはプッシュ・メディアという利点がある

前述したように「おやこdeサイエンス」の特徴は、(1)ケータイを学習ツールとして活用していることと、(2)子どもの学習に親が関与する機会を設けている、というところにある。

まず、「ケータイを学習ツールとして活用した」ことの狙いだが、BEATアソシエイツの西森年寿助教授は、次のように語る。

「紙教材と比較したときのオンライン教材の利点はインタラクティブ性にありますが、ケータイの場合はさらにモバイル性も付け加わります。パソコンだとわざわざ起動させてから学習に向かわなくてはいいませんが、その点ケータイは気軽に使える学習メディアではないかと考えたのです。

図表 [1] 1回の学習サイクル



図表 [2] カリキュラム

カリキュラム	テーマ	得られる知識(例)
1週目 ウィークデー	見ることと光	モノを見るとは、光が目に入る ことである
1週目 ウィークデー	光の性質	どんなときでも、光はまっすぐ進む 明るいところでは、どこにでも 光はある
1週目 週末おやこ	凸レンズと 光を見ること	曲がった光が目に入ると、モノが 大きく見えたり小さく見えたりする
2週目 ウィークデー /週末おやこ	凸レンズを 通る光の性質	凸レンズを通る光は1点に集まる
3週目 ウィークデー	凸レンズの 像と光	モノと凸レンズを近づけると、光は 凸レンズの遠くで1点に集まる。 このとき、モノの像は大きくなる
3週目 ウィークデー	カメラと像と光	曲がった光がスクリーンに当たると、 さかさまの像ができる

もう一つは、ケータイが備えているパーソナル性ですね。子どもに自分用のパソコンを与えているという家庭は、まだ少ないと思います。そのため、子どもが好きな時間に自由にパソコンを使うというのは難しい。けれどもケータイはよりパーソナルなメディアですから、自由度が高まります」

中原助教授も、「プル・メディアのパソコンに対して、プッシュ・メディアであるケータイの方が、学習ツールとして適しているのではないかと話す。

「私は以前、パソコンを活用した家庭学習教材プロジェクトを行ったことがあったのですが、その時は失敗に終わってしまったんです。40名の参加者のうち、最後まで継続して学習に取り組んでくれたのはわずか10名。今回の継続率の高さとは、対照的です。

理由の一つとして、パソコンがプル・メディアであることが挙げられると思います。パソコンは利用者が能動的にサイトにアクセスしない限り情報を引き出せないし、こちら側がメッセージを送りたいと思っても、パソコンを立ち上げてメールを読んでもくれないと伝えることができません。

しかし、ケータイは電源さえ入れてもらえれば、こちら側からのメッセージを随時相手に伝えることができるプッシュ・メディアです。実際に今回のプロジェクトでは、実験への取り組みが遅れている子どもに対して“促しメール”を送りました。これが高い継続率につながったと思います」

だが、いくら学習に活用するといっても、ケータイを小学生の子どもに持たせることは、親にとって不安を感じることもある。有害サイトや出会い系サイトなど、子どもの成長や安全にとってマイナスとなる要素が少なくない。

そこで今回のプロジェクトでは、使用ケータイに機能制限を設定した。『Kid's i モードプラス』サービスというNTTドコモの公式サービスで、フィルタリング機能によって出会い系サイトやギャンブル系サイトなどの i モードメニューサイト以外のサイトへのアクセスを制限。また通話とメールは、親・子・ヘルプデスクの三者間でしかできないように制限を加えた。

「ベネッセの調査によれば、ケータイを持つ子どもの割合は小学校4年生で17%、6年生だと22%にまで増えます。これだけ子どもでもケータイを持つのが一般的になっているのに、負の面ばかりが強調されている。そうしたことへの対処も重要ですが、“学習ツールとしてのケータイ”というプラスの利用シーンを提案したいという思いもありました」(中原)

子どもの学習に親をどのように関与させたのか？

親の位置付けの変更がプロジェクト成功の鍵だった

そして「おやこ de サイエンス」のもう一つの特徴が、「子どもの学習に親が関与する機会を設けている」ということ。この狙いはどこにあるのだろうか。

「親はもっと子どもに関わるべきだ、とよくいわれますよね。でも“べき論”はあっても、具体的に親が子どもにどう関わればいいのか、方法論はあまり語られてきませんでした。

特に子どもの学習については、非常に関心の高い分野であるはずなのに、どのように子どもに関わっていいのか分からない親が多いと思います。小学校4年生ぐらいから急に学習内容が難しくなりますからね。『宿題はもう終わったの?』とか『授業はちゃんと理解できているの?』といった抽象的な声かけしかできなくなります。

そこで子どもがどんな風に考えながら実験や問題に取り組み、どこでつまずき、どんな場面で成長しているのか。具体的な子どもの学習の様子が親にも見えてきて、親もそこに関与できる仕掛けを作りたいと思ったのです」(中原)

「親の声かけと子どもの教材への理解度」「親子の会話量と子どもの成績」「親に勉強を見てもらう量と子どもの成績」には相関関係があることが、先行研究からも明らかになっている。そこで親の関与をサポートする学習ツールを開発することが、子どもの学力を伸ばす上でも有効ではないかという考えもあった。

だが、難しいのが、親と子の関係をどう設定するかということだ。小学校の教員と児童のような垂直の関係を親子にも想定するか、あるいは子どもの学習の話聞いて励ますファシリテーターの役割を親に求めるか、それとも親を子どもといっしょに学ぶ学習者として位置付けるか。

同じく BEAT アソシエイツとしてこのプロジェクトに参加した望月俊男助教授は、「プロジェクトの準備段階では、親には学校の先生の代わりになってもらうことを想定していました」と語る。

「しかし予備実験の段階で親御さんに問題に取り組んでもらった時に、『これは難しく、とても子どもには教えられない』という反応が数多く返ってきたんです。確かに今回は、素朴概念にフォーカスしたカリキュラムを作成したために、大人でも答えに迷う課題が少なくありませんでした。



なかはら じゅん

- 東京大学大学総合教育研究センター助教授。
東京大学大学院学際情報学府助教授(兼任)。
独立行政法人メディア教育開発センター研究開発部助手、マサチューセッツ工科大学客員研究員等を経て、2006年より現職。



やまぐち えつじ

- 宮崎大学教育文化学部助教授。
神戸大学大学院総合人間科学研究科博士(後期)課程退学後、神戸大学発達科学部助手等を経て、2004年より現職。
(山口助教授は取材時には不在だった)



にしもり としひさ

- 東京大学大学総合教育研究センター客員助教授。
大阪大学大学院人間科学研究科博士(後期)課程単位取得満期退学後、独立行政法人メディア教育開発センター研究開発部助手を経て、2006年より現職。



もちつき としお

- 東京大学大学総合教育研究センター客員助教授。
日本学術振興会特別研究員、神戸大学学術情報基盤センター助手等を経て、2006年より現職。

そこで急遽設定を変更して、平日は“子どもの学習の話聞き、励ます人”、週末は“子どもといっしょに学ぶ人”という役割を担ってもらうことにしました。今回のプロジェクトに参加した親の半数は父親です。平日は仕事で帰宅が遅くなる方も多く、子どもの学習に深く関与するのは難しい。現実的に考えても、この設定が妥当だったと思います」

望月助教授の言葉に続けて、中原助教授は次のように話す。
「教育心理学者のヴィゴツキーも述べていますが、学習においては、垂直や横の人間関係ではなく、自分の斜め上あたりにいる“ちょっと有能な他者”の存在が重要だと思います。教師が垂直的な関係で学習者に教え込もうとしても、学習効果はそれほど期待できません。“斜め上の他者”といっしょに学んだり議論したりすることで、学習上の発見や発展があるものです。

子どもにとって、その“斜め上の他者”に当たるのが親です。ですから、子どもの学習に親を関与させる今回のプロジェクトでは、親が“斜め上の他者”として機能する仕組みを設計したのがよかったのでしょうかね」

子どもの学びはどう変わったか？

実験やクイズを通して光の性質を正確に理解するようになった

最後までプロジェクトに参加した親子が約9割という高い継続率を残した「おやこ de サイエンス」。彼らが学習に対する意欲を維持した理由はどこにあるのだろうか。また子どもは学習を通じて、「光」を理解できるようになったのだろうか。さらには子どもの学習に親を関与させる仕組みを作ったことで、親子の関係に変化は生じたのだろうか。

まず高い継続率を示した理由だが、中原助教授は参加者が興味を失わないための工夫として「カリキュラムの中に、リズムとビートを取り入れるように意識した」と話す。

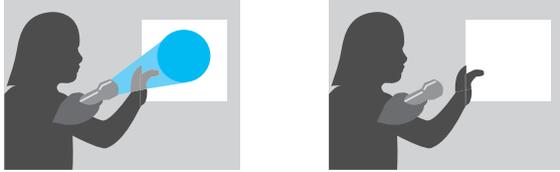
「オンライン学習を成功させるためには、リズムとビートが鍵を握ります。リズムとは定期的にアクセスしたくなる仕掛けを作ること。ビートとはコツコツとリズムを刻みながらも、どこかでドカンと盛り上がるような場面を設けることです。今回のカリキュラムでいえば、『おやこ de 週末実験』や『実験ワークショップ』がそれに当たります。

また、『ここをクリックしたら次はどんな画面が表示されるのだろ

図表 [3] 1週目ウィークデー実験の課題

かい中電とうとカベの間に白い紙を入ると、どうなる？

紙は明るくなる？ or ならない？



なぜそうなる？

● かい中電とうとカベの間に、光があるから



● 光はカベにあるので、とちゅうにはないから



う』といったドキドキ感を演出することも大切。オンライン学習では、ちょうど子どもがポータブル・ゲーム機を楽しんでいる時の感覚を持ち込まないと失敗すると思いますね」

ただし、同じオンライン教材でも、パソコンとケータイは別物と捉えた方がよいようだ。本番に先立って行われた予備実験のときには、画面に多くのハイパーリンクを貼ったが、参加者はまったくそこをクリックせず、一番下までスクロールして次の画面に移るといった行為を繰り返したという。そのため、プロジェクトの実験者側が見てほしいと考えていたコンテンツが読まれないといったことが起きた。そこで本番では、コンテンツの構成をできる限り順番に読み進めれば全部を読めるように変更したという。利用者は、パソコンのウェブサイトとケータイでは、まったく異なる動きをするというわけだ。

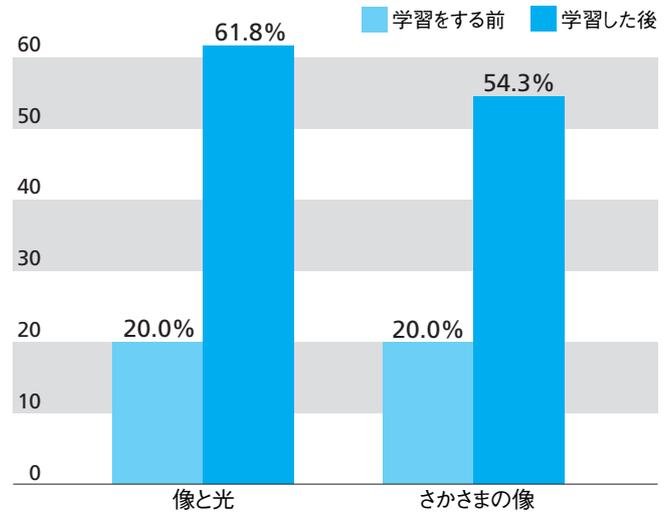
さて、こうして子どもの関心を効果的に学習へと向かわせたこともあり、学習理解度は1回ごとの実験においても、あるいは3週間の期間を通していても、大きく伸びた。

「おやこ de サイエンス」では、プロジェクト開始前後に、学習理解度を評価するためのテストを実施した。「このテストは、公式や実験の結果を覚えていれば解けるものではなく、光に関する素朴概念が科学的な概念に転換して初めて解ける問題で構成されています」(山口)

図表 [4] カメラの仕組みを図示する問題と正答率

〈問題〉 カメラの原理を絵で表してください

〈正答率〉
70 (%)



例えば、1週目の「ウィークデー実験」で扱った内容の理解度テストについて見てみよう。理科教育の分野では有名な Osborne & Freyberg (1985) の「ろうそく問題」を採用した。これは、ろうそくから出ている光の進み方について、昼の場合と夜の場合の両方を尋ねる問題である。本来光の性質は昼でも夜でも変わらないから、光の進み方にも変化はない。だが、昼は周囲が明るいから、光の進み方を直接目で観察することはできない。そのため、子どもは「光は昼でも夜でも、何かに当たるまでずっと進んでいる」という理解に達するのが難しい。

そこで、1週目の「ウィークデー実験」では、「懐中電灯と壁の間に白い紙を入れて、光を照らしてみる実験」(図表3)や、「明るいところで懐中電灯の光を壁に当ててみる実験」を、実験やレベルアップクイズの中に取り入れた。すると、「ろうそく問題」のテスト結果について、学習前は約40%だった完全正答者の割合が、学習後は約70%に増加した。

また、プロジェクトの最終日に行った「実験ワークショップ」では、これまで学んできた光の性質や原理を利用して、親子でカメラづくりや望遠鏡づくりに取り組んでもらった。この時カメラの仕組みを絵や文章で説明させるテストも同時に実施。テストでは、被写体からの光がレンズを通してカメラの中に入り像ができること、像はレンズが光を通す作用によってさかさまになるこ

と、というメカニズムを子どもたちが理解できているかを見た。

すると**図表4**のように、プロジェクトのスタート時に同じテストを行ったときの正答率に比べて、3週間後の正答率は飛躍的に伸びた。「おやこ de サイエンス」で学んできた知識が、本物の知識として子どもたちに身に付いていることが実証されたわけだ。

子どもと親の関係に変化はあったのか？

プロジェクトを通して子どもの親に対する親密さと信頼性が向上

興味深いのは、子どもの学習に親が関与することが、子どもの学力向上につながるというデータが出たことだ。アンケートで「子どもとよく、理科の勉強のことを話している」と答えた親と、その子どもの学習成績の伸びには、弱い相関関係ではあるが統計的に有意な相関が見いだされた。わずか3週間のプロジェクトでも、親が関与しているかどうか子どもが学習に影響を及ぼしていることが見てとれたのだ。

また、「子どもとよく、理科の勉強のことを話している」と答えた親自身の割合も、プロジェクトの前後で比べると上昇している。「おやこ de サイエンス」は、親の意識の変容にも貢献したようだ。

『「おやこ de サイエンス」を通じて、親子自体の関係にも変化が表れたようです。親は、平日は忙しいので子どもといっしょに学習に取り組むことはできなかったにしても、『ウィークデー実験』について『子どもの話を聞いた』と答えた親は約9割、『励ました』という親も7割以上に達していました。また週末の『おやこ de 週末実験』では、『一緒に取り組んだ』という親が8割を超えています。その結果、『おやこ de サイエンス』の前後では、子どもの親に対する親密さや信頼性も、有意に向上したという結果が出ました』（望月）

望月助教授たちは、プロジェクトの前と後に子どもに対して**図表5**のような質問を用意して、子どもの親に対する親和性尺度を測った。すると、**図表6**のように、親との情緒的な結び付きを表す「親密さ」と、親を頼りにしているという「信頼性」が、プロジェクトの前後では有意に向上したという結果が見られた。

もちろん「おやこ de サイエンス」は3週間という短期間のプロジェクトであり、子どもの学習意欲、学習到達度、親子関係がどのように変化するかについて正確な知見を得るためには、さらなる長期的な取り組みも必要となるだろう。だが、少なくとも、ケータイの持つインタラクティブ性やモバイル性を活用した

図表 [5] 子どもの親に対する親和性尺度を測る主な質問

- あなたは、おうちのかたと気持ちが通じ合っていると思いますか
- あなたは、おうちのかたをえらい人だと思いますか
- おうちのかたは、あなたのいいぶんをよく聞いてくれていると思いますか
- あなたは、おうちのかたのまねをすることが多いですか
- あなたは、たいいていのおうちのかたを手本にしたいですか
- おうちのかたは、いつもあなたのことを気にかけてくれていると思いますか
- あなたは、おうちのかたを不公平な人だと思いますか
- あなたは、おうちのかたのしていることで、あんなことができた方がいいと思うことが、多いですか

ほか全17項目

森下正康「児童の親に対する親和性の因子構造と尺度の作成」より（和歌山心理研究会「藤田紹憲先生退官記念誌」P57-72、1981年）

図表 [6] 子どもの親に対する親和性尺度

	親密さ	信頼性
第1回ワークショップ時	10.27	5.50
第2回ワークショップ時	10.78	5.91

* t検定の結果、5%の危険率で統計的有意差が見られる

p<.05

p<.05

学習教材が、親の関与を促進し、子どもの学力を伸ばす可能性を持ったツールであることは示された。

「子どもの学習に、親という“斜め上の他者”を関与させることによって子どもの能力を引き出すという手法は、企業の若手社員教育などにも転用可能だと思います。先輩社員という“斜め上の他者”を若手社員の教育に関与させる教材を開発することで、若手社員の能力を伸ばし、なおかつ社員間の関係構築も支援する。今後はそうした方面にも、研究の視点を広げていきたいと考えています」（中原）

BEATでは、これからもケータイを中心としたモバイルメディアの可能性を追求する研究プロジェクトに取り組んでいく予定だ。