

高速撮影を使った理科教材

沖花 彰

京都教育大学理学科 okihana@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：高速撮影，振動数を数える，音学習，交流学习

(受付：2009年2月4日)

抄録

デジタルビデオカメラや高速撮影カメラでもの動きを撮影し、コマ送り再生して見せる理科教材を作成した。10Hzから100Hz程度のものの動きが細かく観察でき、生徒の興味関心を引き出すと同時に理解を助ける学習となることが期待される。

I. はじめに

2008年1秒間で最高1200コマや1000コマの高速撮影が可能なデジタルカメラ(CASIO社製ハイスピードカメラEX-F1, EX-FH20)が登場した。購入価格も10万円及び6万円程度と学校現場でも購入できるくらい安価である。そこで、これまでのデジタルビデオカメラ映像のコマ送り再生を使った動画教材と、この高速撮影を使った理科教材を併せて紹介する。

II. これまでの動画教材

ビデオ動画のスロー再生を使った学習については平成20年7月に改訂された中学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2008)にも「振り子や放物運動をする物体、車の動きなどの物体の運動について、録画したビデオ映像をコマ送り再生をして提示したり、ストロボ写真で撮影したりするなど、視聴覚機器の映像などを活用することによってより効果的に生徒の理解を促す工夫をすることも考えられる。」とあるように学校教育に積極的な活用が望まれている。通常のデジタルビデオカメラで撮影した動画は毎秒30コマの静止画からなる。さらに通常はインターレースといって1画面を奇数行と偶数行ごとに分けて2回の走査で記録されるが、それを解除することで1秒間に60コマの静止画になる。それをコマ送り再生するフリーソフト(例えばAVIUTL99)を使うと、繰り返し10Hz程度の現象を観察することや、動きの変化を100ミリ秒程度の精度で観察することが可能になる。筆者は生徒が50m走を行う様子や、楽器の音が鳴る様子をこの方法で撮影・再生し、理科の運動の学習(沖花, 2006)や音の学習(沖花ほか, 2006)に活用する事例を報告している。

図1, 2は中学生の50m走の様子を通常のデジタルビデオカメラで撮影し、コマ送り再生したものである。左から右へ1コマずつ進んでおり6コマ分が0.1秒の動きに対応する。図1は速さが増加する10m付近での走る様子を写したもので、着地してから体が垂直になるまでの様子を表している。この間走者は地面から進行方向逆向きに力を受け、速さが減

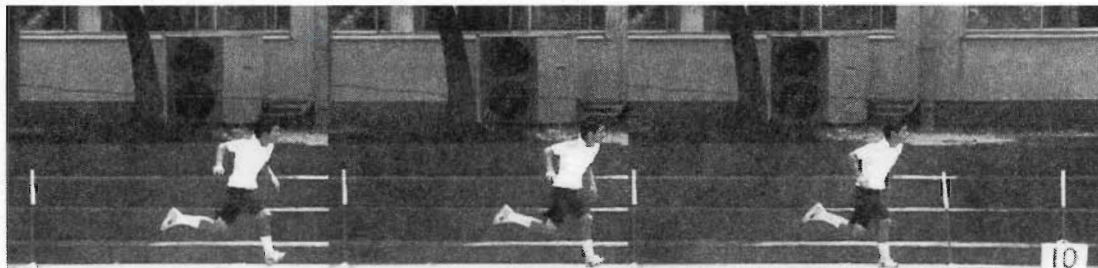


図1 50m走の着地時の様子をコマ送り再生したもの

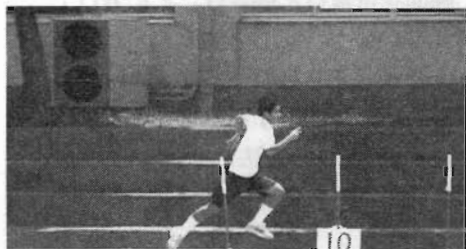
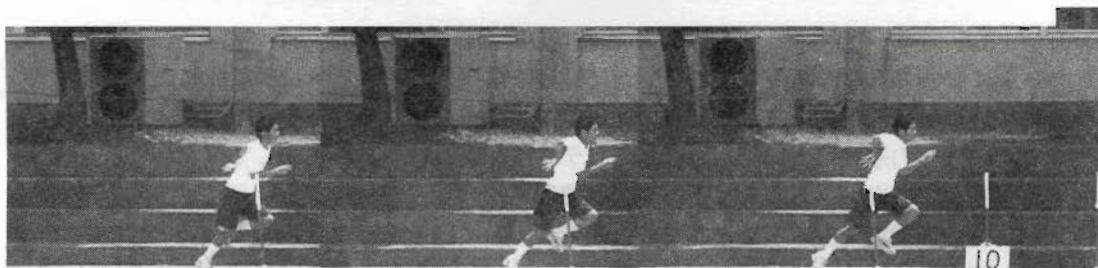
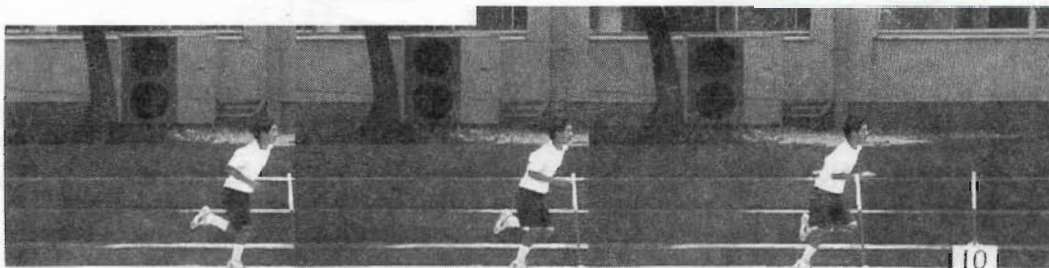


図2 50m走の離地時の様子をコマ送り再生したもの

る。図2は体が垂直になってから離地するまでの様子を表しており、この間走者は地面から進行方向に力を受け、速さが増す。生徒たちはコマ数から減速時間より加速時間のほうが長いことがわかり、10m付近では加速していることが理解できる。このように中学校理

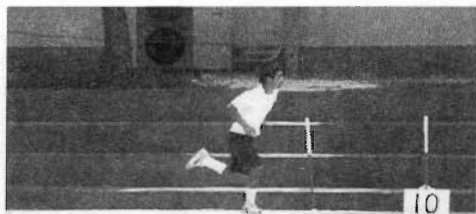
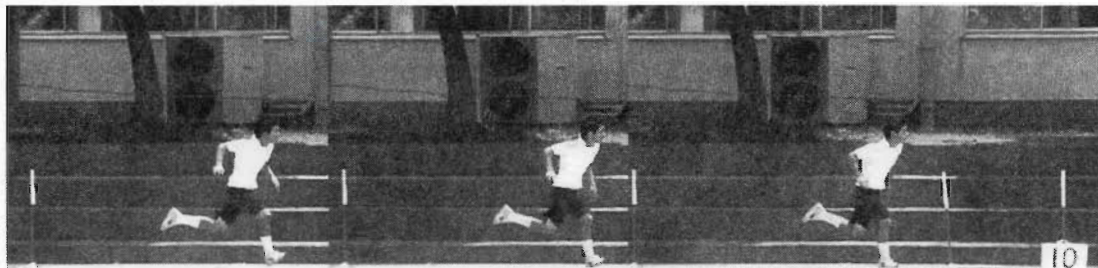


図1 50m走の着地時の様子をコマ送り再生したもの

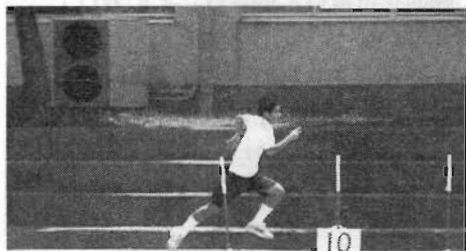
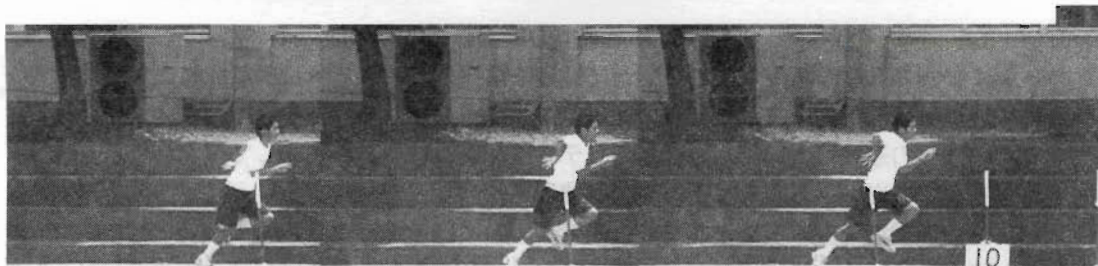
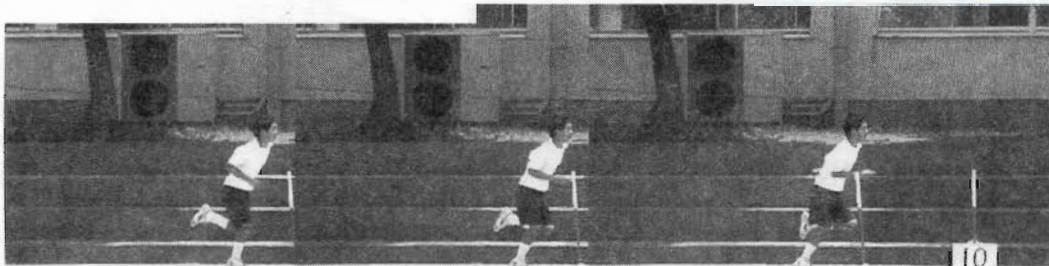


図2 50m走の離地時の様子をコマ送り再生したもの

る。図2は体が垂直になってから離地するまでの様子を表しており、この間走者は地面から進行方向に力を受け、速さが増す。生徒たちはコマ数から減速時間より加速時間のほうが長いことがわかり、10m付近では加速していることが理解できる。このように中学校理

このようにビデオ映像をコマ送り再生しながら学習することは中学校理科教育に効果的である。生徒も現象をこまかく観察することで興味を持って学習できる。ただし 100Hz 以上の繰り返しをもつ振動や 10 ミリ秒程度の時間分解能を必要とする細かい動きの学習には利用できない。

Ⅲ. 高速撮影教材

今回紹介するデジタルカメラは 1 秒間に 300, 600, 1200 コマの高速動画撮影が可能で、これまでのデジタルビデオカメラの動画より、10 倍から 20 倍速く振動の様子や変化する現象の学習に活用することができる。すでにホームページなどにこのカメラを使った高速撮影画像が数多く掲載されている（例えば岐阜大学理科教材データベース）。本研究ではこれを学校での学習に結びつける試みについて報告する。

1) 音の学習

中学校理科の音学習では「振幅と音の大小の関係」に比べて、「振動数と音の高低の関係」に関する生徒の理解が弱い。国立教育政策研究所の調査(国立教育政策研究所, 2001; 2003)によると「音の大小によって波形がどう変化するか理解している」という内容を問う質問の通過率/設定通過率が、65.7%/65% (H15)、61.5%/65% (H13) であるのに対し、「音の高低によって波形がどう変化するか理解している」という内容の質問では、52.4%/60% (H15)、45.7%/60% (H13) となっており、振動数と音の高低の関係に関する理解が弱いことがわかる。これは振動数が見えないことに起因すると思われる。例えば弦の振動で振幅の違いを見て音の大小やオシロスコープでの波形と関連づけて学習することは

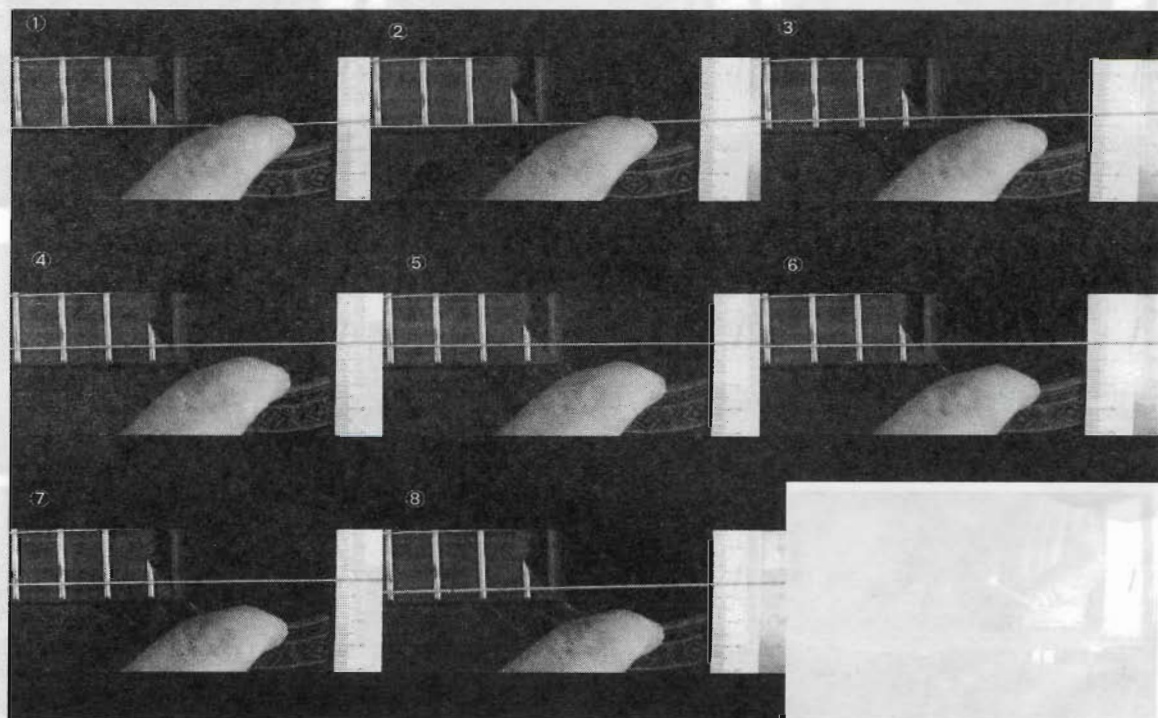


図5 ギターの第6弦開放をはじめたときの振動の様子を高速撮影したもの

* 12 音平均律とは 1 オクターブで振動数が倍になり、1 オクターブの中には半音が 12 あることから半音上がるごとに $2^{1/12}$ だけ振動数が大きくなるとして音階と振動数を対応させたもの

最後に 50m 走の学習は附属桃山中学校で実践させていただいた。音学習教材並びに交流学習は高木亜里子氏の協力で作成・撮影を行った。ここに感謝します。

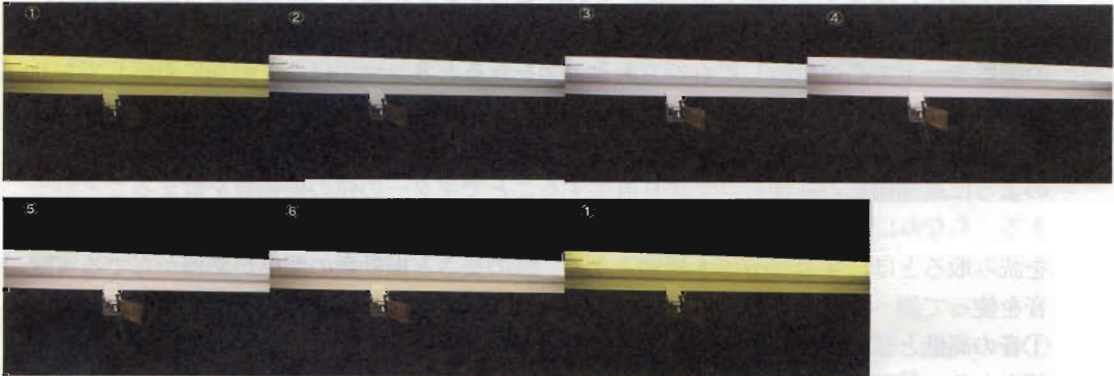


図 6 蛍光灯を高速撮影したもの（関東）



図 7 蛍光灯を高速撮影したもの（関西）

文献

沖花 彰 2006 理科と体育を融合した新しいカリキュラム. 近畿の物理教育, 12, 6-11.
 沖花 彰ほか 3 名 2006 中学校理科実践教育「音楽を理科しよう」の開発, 平成 17 年度京都教育
 大学教育研究改革・改善プロジェクト経費報告書.
 岐阜大学教育学部理科教育講座理科教材データベース高速度カメラの世界,
<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/UndohChikara/highspeed/>
 国立教育政策研究所 2001・2003 平成 13 年度・15 年度小中学校教育課程実施状況調査.
 鈴木寿雄ほか 120 名 1998 技術家庭 上, 開隆堂, p.163, 東京.
 三善 晃ほか 3 名 2005 中学器楽 音楽のおくりもの. 教育出版, p17・p.24 (全 88pp.), 東京.
 文部科学省 2008 新学習指導要領「中学校学習指導要領一解説一」, 135p.
 吉川弘之ほか 46 名 2006 未来に広がるサイエンス 1 分野上, 啓林館, p.21 (全 155pp.), 大阪.