

自ら学ぶ力を身に付け、コミュニケーションを楽しむ児童の育成

～理科における学習情報の広域化・双方向化を通して～

松山市立味酒小学校

〒790-0065
愛媛県松山市宮西2丁目2-21

<http://www.matsuyama-edu.ed.jp/~s.misake/>

1 主題設定の理由

本校は、松山市の中心部に位置する市内有数のマンモス校である。本校では、学校の教育目標「『知・徳・体』のバランスのとれた味酒っ子の育成」の具現化を図るため、研究主題を「かかわり合いを通して、豊かに表現する児童の育成 ～愛のある授業の実践を通して～」と設定して、日々の教育活動に取り組んでいる。

ICT環境については、市が導入に積極的で、現在、市内の全小中学校に教室にパソコンと大型テレビが置かれ、どの教室も校内LANで結ばれている。しかし、ソフト面と人的環境がまだ整わず、パソコンを単独では扱えても、ネットワークのよさを十分に活かしている学校はまだ少ない。本校では、独自にサーバを構築し、教員が自作した「味酒小e e ネット」というグループウェアを使って、学級間の情報伝達を毎日行っている。学級数が多いため、校内LANによる情報通信はかなり有効で、今では学校生活になくてはならない手段になっている。しかしながら、校内LANを、教科の指導に生かそうとする研究はなかなか進んでいない。

本校の理科教育において、理科が好きだという児童は多いが、地域の自然が少なくなっているせいか植物や昆虫など自然物への関心が薄くなっているように感じる。理科園が校舎裏で遠いこともあるが、普段は理科園の様子を気にもとめず、理科の時間にだけ自然物に関わりをもつ児童が多い。栽培植物はできるだけ細かく継続観察していきたいが、道中の時間的ロスが大きく、他の学習内容もあるので毎授業理科園へ観察に向かうというわけにはいかない。

そこで、例えば、理科園に定点カメラを置いて校内LANで経由させると、教室に居ながら自然物を観察できるようになる。これなら、短時間で取り扱えるので、授業に手際よく組み込むことができる。こうやって、校内のネットワーク網をうまく利用することで、学習の情報をより広く取り扱うことができると考えている。（学習情報の広域化）

また、理科室のICT環境については、現在、8台ある児童机に小型モニタを設置し、教卓→児童机と配線を行って、教卓から多様なメディアで映像を配信できるようにしている。遠くの大型モニタで見るよりも、間近にある小型モニタで見る方が、メダカ卵の心臓など細部がより鮮明に観察でき、視覚的効果が大きいことがわかっている。

しかし、現環境では教師から児童への一方通行の情報伝達しかできない。これを教師⇄児童、児童⇄児童間と双方向に情報伝達できるICT環境に改築できれば、児童相互の練り合いまで高めることができると考えている。（学習情報の双方向化）

これらの環境を構築するためには、例えば、「ライブ中継」とか「遠隔操作」とか、新しめだが熟れたICT技術を用いるようにする。義務教育の場では、最先端の高価な機材を使った実践よりも、一般化し安定した技術を活用した方が他の学校へと裾野が広がると思う。設定の工夫だけでできるもの、いくつかの機材を購入すればできるもの、導入には費用がかかるものと区別しながら、各校の実情に応じて取り入れることができるだろう。特に、松山市内の小学校については、本校と同じ導入環境なので、参考になる部分が多いと感じる。

2 研究の目的と方法

(1) 目的

校内LANを利用して、ネットワークを生かしたより効果的な理科学習の方法を模索し、研究していくことによって、自ら学び、他とも学び合う児童の育成を図る。

(2) 方法

本研究では、以下の2本柱でICT環境を整備し、現在の校内LANを理科学習の中で活用できるようにして授業実践を行う。

- | |
|------------------------|
| ① 観察カメラの設置と校内LANでの運用 |
| ② 双方向に情報交換できる理科室LANの整備 |

① 観察カメラの設置と校内LANでの運用について

本校が独自に運用している「味酒小e e ネット」（校内LAN）に、観察カメラを接続して、校内のパソコンならいつでもどこからでも自由に自然物を観察できるようにする。こうすることで、児童に自然の変化をより身近に感じさせ、関心をもたせ、自ら学ぼうとする態度を育てていくことができると考える。

この取組は、研究授業のように焦点化はせず、普段の授業や休み時間、朝の会など日常的に児童に働きかけていくことで、「毎日チェックしよう」とか「実物を見に行こう」といった自然物への興味・関心が自ら湧き出てくるようにしていきたい。

② 双方向に情報交換できる理科室LANの整備について

必要機材を購入して、第2理科室の各机をデータ用通信ケーブルで結び、理科室LANを構築する。各児童机には、ふだんの実験を妨げない場所にパソコン本体を設置し、入力装置も無線で操作できるようにする。児童用のパソコンは、フリーソフトを使って、結果をまとめたり発表し合ったりするのに利用するほか、Webカメラを使って机上の実験の様子をモニタリングしてライブ発信できるようにする。教師用のパソコンは、サーバ機として、データを蓄積したり、演示用の教材を配信したり、児童機を遠隔操作したりするのに用いる。

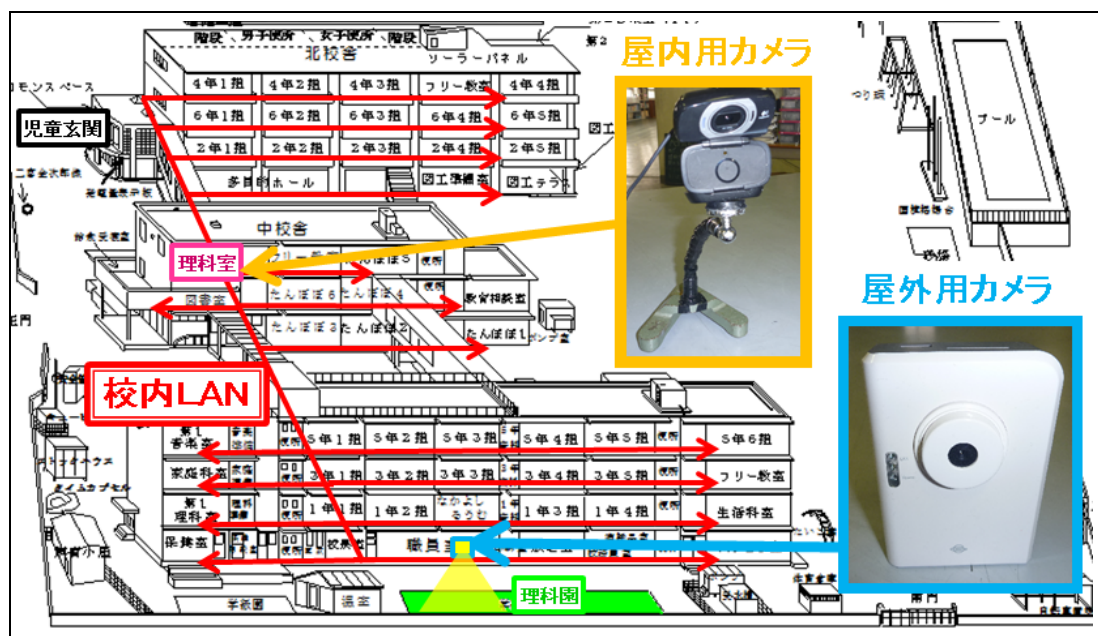
整備計画としては、1学期から2学期にかけて物的環境を整え、配線工事を終わらせる。2学期後半から第2理科室を使用する4・5年生を中心に、児童機側が発信したり、やり取りし合ったりする授業を実践・公開していき、本校が研究している「かかわり合いを通して、豊かに表現する児童」の育成を図る。

3 研究内容

(1) 観察カメラの設置と校内LANでの運用について

自然物を観察するカメラは、長期的に理科園の観察を行う屋外用途のタイプと、短期的に実験や観察を取り扱う屋内用途のタイプとを2種類用意した。どちらも、校内LANに接続して、味酒小e e ネット上から全校に公開するという形になっている。(図1)

図1 本校の校舎配置とカメラの設置場所



屋外用は、当初の計画では市販の監視カメラを数台導入する予定だったが、どうやっても配線ケーブルを校舎内に引き込めなかったために断念し、代わりに有線無線両対応のネットワークカメラを使用することにした。ただ、ネットワークカメラの方も、セキュリティ上の不安から、結局有線で、しかも校舎内からガラス窓越しに理科園を観察するように設置した。

ネットワークカメラの使い勝手はすこぶるよく、オートフォーカスである上、ある程度のカメラの挙動を遠隔操作できるので、隣の苗にパンしたり、根もとの方にチルトしたり、ヘチマの花だけアップしたりと、理科室にいながらカメラを動かして、観察したい部分に焦点をあてることができた。ただ、中継映像を見るためには、専用のアドオンソフトが必要となり、校内に140台あるパソコンすべてに導入するのは手間がかかりすぎる。また、ライブ視聴画面からカメラ動作など各種設定もできてしまうため、複数のパソコンから一度に動作命令が入ってカメラが壊れる危険性があった。そのため、理科室にある教師機だけにアドオンソフトを導入し、理科室だけのライブ視聴になった。

実際の授業では、始業前から理科園の様子を理科室のモニタに映しておくで、児童が理科室にやってきたら順次その画面を見て、植物の成長や変化を見つけては口々に感想を言っていた。そのため、別の学習内容であっても、授業本体を圧迫することはあまりなかった。授業中に理科園に行く場合だと、理科室～児童玄関～理科園の距離が長く（図1）、靴の履き替え、観察、その後の手洗い・うがいを含めると、20～25分は必要になっていた。

屋内用は、主にWebカメラを使って実験や観察物を撮影し、USBで接続したパソコンを送信サーバにして、校内ライブ中継を行った。「ライブキャプチャー2」というフリーソフトを使用すると、簡単な設定だけで動画配信できる。送信サーバに用いたのは旧型のノートパソコンだったが、640×480のVGA画質での配信なら、アクセスが集中しない限り問題なかった。ネットワークカメラと違って、視聴側のパソコンには特別に導入するソフトは必要なく、標準JAV Aが入っていればIEなどのブラウザで動画を見ることが出来る。本校の場合、校内のどのパソコンも、そのままライブ中継を見ることができた。

校内に公開するには、味酒小e eネットのコンテンツに「ライブ」という新コーナーを作って、送信サーバへのリンクを張ってやり、見たい自然物の中継を自由に選べるようにした。

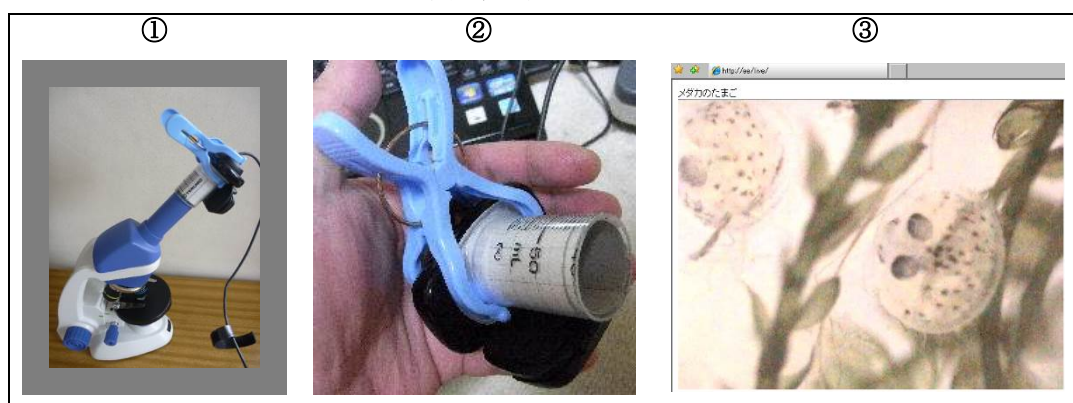
イベント的に取り扱った多くの実践例の中から、いくつか紹介する。

ア 5年メダカの卵のライブ中継

自作の顕微鏡カメラを取り付けた生物顕微鏡（図2-①）やデジタル双眼実体顕微鏡を使って、メダカの受精卵の成長の様子を校内にライブ中継した。自作の顕微鏡カメラは、切ったプラスチック注射器を洗濯ピンチでWebカメラに挟み込んで作った。（図2-②）

児童は、メダカの受精卵の受精のある理科室まで見に来なくても、いつでも校内どこからでも受精卵を観察できるため、休み時間になると自教室のパソコンで頻りにチェックしていた。だんだんと受精卵が変化して行って、心臓が動いたり、中でのくるくる回ったりする様子もよく見え、理科の授業がない日も継続して観察することができた。今までは、教師が数日間かけて受精卵を毎日採取しておき、「これは〇日めの卵」というようにして、一授業の中で日数の違う受精卵をそれぞれ見せて理解させていたのだが、今回は一つの受精卵の成長を継続して観察していくという形をとることができた。（図2-③）

図2 顕微鏡で見た様子を校内ライブ中継



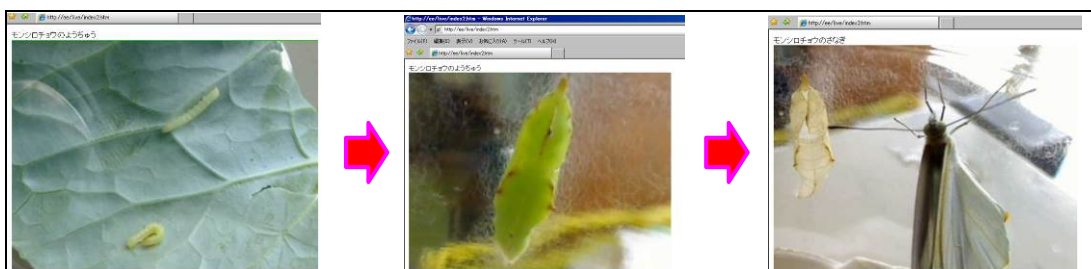
しかも、学習対象の5年生だけでなく、1～6年生まで全校児童約千人が、自分の教室のパソコンから受精卵の成長を温かく見守り続け、結果、多くの児童がメダカの誕生に立ち会うことができた。ちょうど昼休みにメダカが生まれ出した瞬間には、校舎のあちこちから歓声が沸き起こった。これは、まさに「ライブ」、録画映像では決して得ることができない生の感動があった。

イ 3年モンシロチョウのライブ中継

3年生の教材であるモンシロチョウの卵を毎日いつでも観察できるように、Webカメラを使って、ライブ中継した。味酒小e e ネットを通して、50インチのテレビから見てみると、アオムシがキャベツの葉を食べる様子や糞をする様子を大きくはっきり見る事ができた。観察標本として一匹のチョウの生命の成長を継続して追っている（図3）ため、児童が感情移入しやすく、日々の変化を心待ちにする児童が多かった。

ただ、撮影技術的には、アオムシは動き回るため、大きく映すとすぐに視野から消え、全体を映すと細かい部分が見られないという状況になってしまう。そのため、理科室からWebカメラをこまめにパン・チルトして調整する必要があった。

図3 モンシロチョウの成長過程を校内ライブ中継

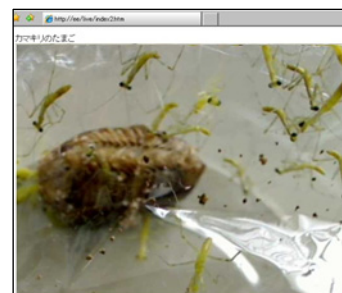


ウ 4年カマキリ孵化のライブ中継

季節調べの探検中に子どもが見つけたカマキリの卵嚢を、Webカメラを使って、味酒小e e ネットでライブ中継した。カマキリの子が生まれ出すと、味酒小e e ネットにある電子掲示板で全校に知らせた。今までカマキリの孵化を見せられるのは運による面が多かったのだが、今回は全校の児童が、貴重な生命の誕生の瞬間を見ることができた。

（図4）

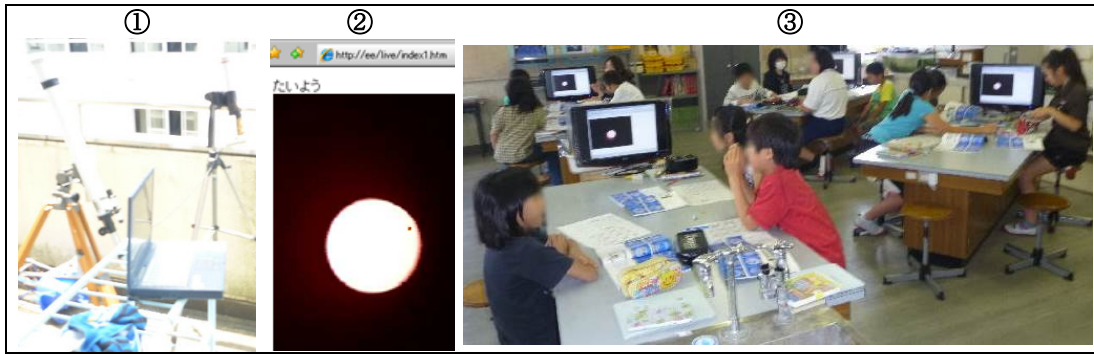
図4 カマキリの孵化



エ 金星の通過のライブ中継

天体望遠鏡にWebカメラを取り付け、天文現象の様子をライブ中継した。（図5-①）2012年5月21日の金環日食のときはうまくいかなかったが、6月6日の金星の日面通過時には、金星の影を中継する（図5-②）ことができた。当日理科の授業があった学級の児童には、時間をとって、各実験机にあるモニタでその様子を見せ（図5-③）、全校の児童には給食の時間に中継するようにした。太陽がすぐに視界から外れるため、常に望遠鏡を手動で追尾していく必要があり、見せる時間を限定して中継するしかなかった。

図5 天文現象の様子を校内ライブ中継



(2) 双方向に情報交換できる理科室LANの整備について

第2理科室の各実験机に、パソコン本体や周辺機器を設置し、LANで結んだ。パソコンなどの機器をおいても、通常の理科実験には支障がないようにすることに一番こだわった。そのため、実験に使う机のスペースはそのまま確保できるように奥の場所に専用のパソコン棚を手作りして設置(図6-①)した。また、キーボードもマウスもワイヤレス(図6-②)にして、グループ内での使い勝手をよくし、出し入れがすっきりできるようにした。さらに、実験の準備や片付けでつまづかないように、通信ケーブルの配線経路を工夫して、頑丈なケーブルカバーをかぶせた。(図6-③)

図6 第2理科室のICT環境の改築の様子



見た目は今までと変わらぬ形で、広い実験スペースが空いたまま、床も邪魔な配線が目立たぬまま、各実験机にLANで結ばれたパソコンを設置することができた。(図7)

理科室の整備は、今回の助成金の大半をかけ、試行錯誤しながら環境を整えていったため、改築できたのが冬期休業までかかってしまい、授業での実践は3学期になってしまった。

図7 ICT環境改築後の第2理科室の様子



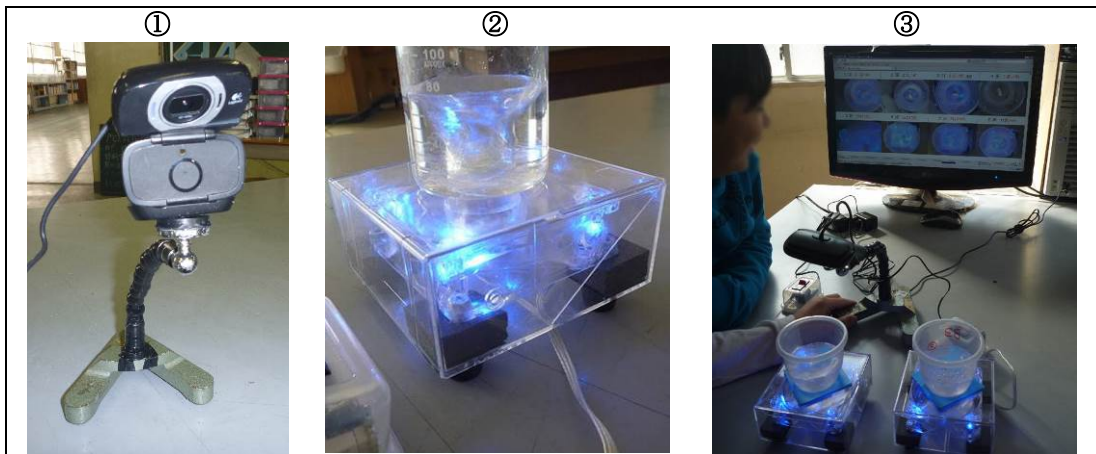
ア 5年「もののとけかた」での実践

完成した理科室LANと手作り教材を利用して、各机の実験の様子が他の班にも見えるようにして、校内研修として研究授業を公開した。

手作り教材は、まず、市販のWebカメラに百元ショップで見つけたフレキシブルシャフトを取り付けて、卓上の教材提示装置（図8-①）に改造した。Webカメラにはオートフォーカスがついているのでピント合わせを気にする必要はなく、ズーム機能もあるのでちょっとしたマイクروسコープにもなった。つぎに、パソコンのファンを利用して、マグネチックスターラー（図8-②）を20個製作した。これによって、児童は溶かす時間を大幅に短縮でき、溶ける様子を観察することに集中することができた。

実際の実験では、攪拌機で溶かしている様子を、卓上Webカメラで上から撮影して、そのまま配信した。各班の実験の様子は、時差のないリアルタイム動画としてライブ中継され、各班のモニタに8分割された形で表示されるようにした（図8-③）。

図8 手作り教材を使って、ものを溶かす実験のライブ中継

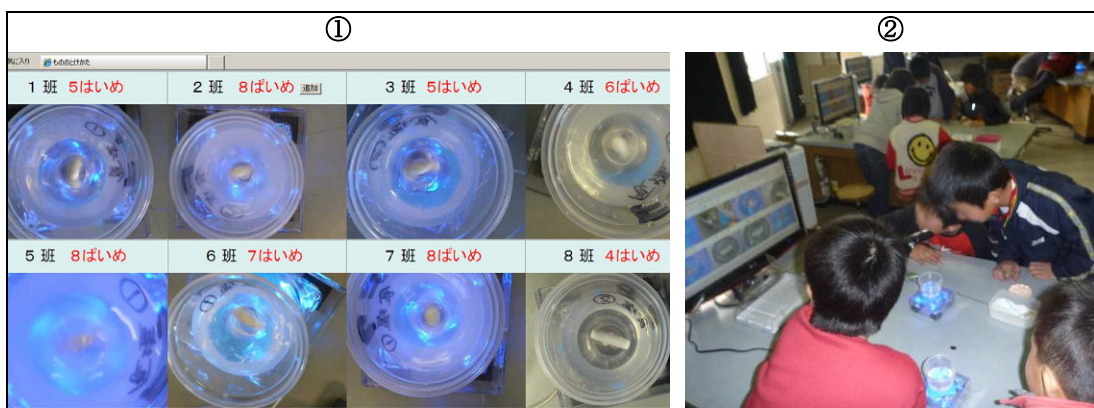


モニタには、映像と共に、どの班が今何倍溶かしているかも表示される。（図9-①）この画面は、PerlとJavaScriptでウェブプログラミングし、IPアドレスに対応してパソコンごとに別のボタンを表示するようにしている。（図9-①は2班の画面なので、2班にだけ追加ボタンが表示されており、ボタンをおすと2班のさじの数が加算される。）

ものを溶かす実験では、毎年、結果がばらつく傾向にあり、どの学校でやっても、8班の実験でそろるのは概ね6班程度だった。それが、今回の実験では、正確に実験ができていた。学年6組×8班×2個ずつ行った全96回の実験のうち、ミョウバンはすべて同じ結果、食塩は3組だけ違う結果（10杯、他は9杯）になった。（食塩が溶ける量が17.8gなので、2gずつ入れて10杯目にいったのは電子天秤の誤差の範囲と考えられる。）

実験中は、「○班は溶けてもないのに入れようとしている」とか「早かった○班が9杯目になると溶けなくなっている」などの声が児童の間で飛び交っており、他の班の様子を比較対象にしながら、慎重に実験を進めることができていたからだと考える。（図9-②）

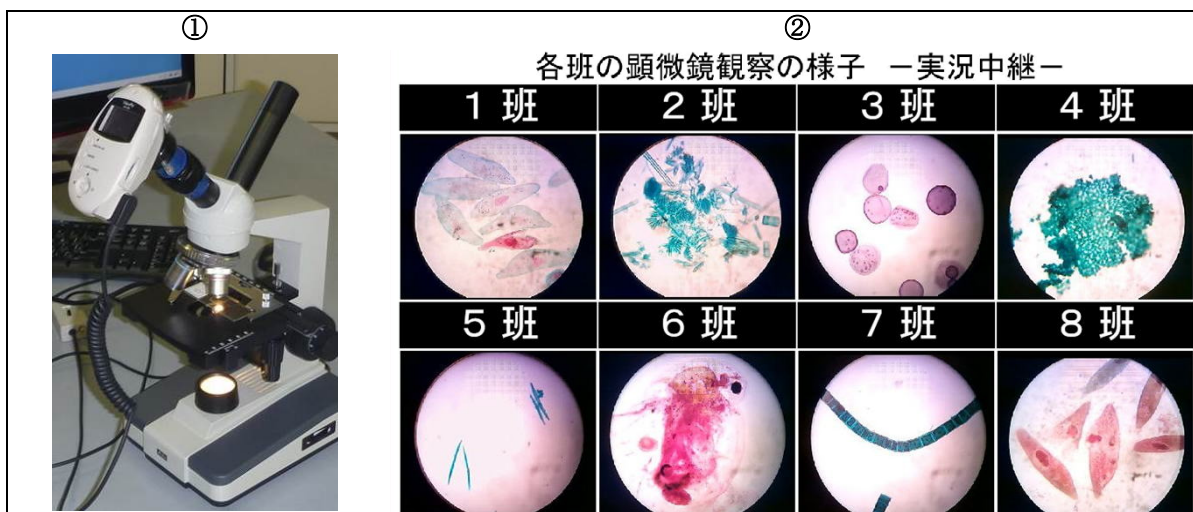
図9 ものを溶かす実験のライブ中継画面と児童の様子



イ 顕微鏡観察でのライブ中継の研究

ものものとかたのライブ中継と同じシステムを応用して、顕微鏡観察に活かす研究をしている。V字鏡筒の生物顕微鏡の片方に顕微鏡カメラを取り付けると(図10-①)、8つの班それぞれが顕微鏡で覗いている微生物などの様子を、ライブ中継で一度に確認することができる。(図10-②)

図10 生物顕微鏡を使った微生物の観察のライブ中継



4 研究のまとめ

(1) 観察カメラの設置と校内LANでの運用について

実験・観察・飼育の様子を教室のパソコンから自由に観察できるようにしたことによって、カメラ映像から疑問を見つけたり、休み時間に実物を見に行ったりする児童が増えた。理科園の植物にも興味をもつようになり、虫がとまっていたり、実ができていたりすると、急いで理科園に見に行っていた。ネット越しでも毎日観察できる環境を作ってやることで、自然物への興味・関心を喚起させられることがわかった。

生物の成長については、校内LAN上に観察標本を作って全校で見守る方法が、子どもの情操教育にも有効で、学習教材としても特に大規模校で効果観面だったと感じる。蛹や卵をもってきてネット観察を希望する児童も出ており、学校全体で自然への関心が高まり、自ら疑問を持って実験・観察を行うようになってきていることを実感している。

今後は、校内LAN上で飼育観察日記をつけるようにしたり、感想をつぶやくコーナーを作ったりして、自然を愛する心を育むコンテンツを作っていきたいと思っている。

(2) 双方向に情報交換できる理科室LANの整備について

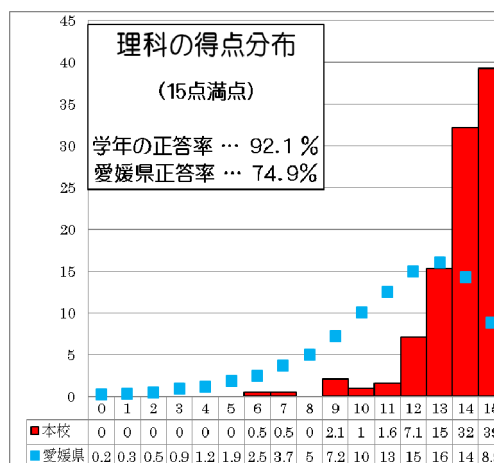
実験の際に、他グループの状況をモニタリングし、比較しながら行えるようにしたことで、より正確な実験結果を導き出せるようになった。また、顕微鏡で珍しい物を発見したら即時に他グループにも表示できるようになった。実験・観察について、班別にそれぞれ単独で行っていながらも、学級全体でも共有している感覚が生まれた。今後は、児童机～児童机のやりとりをさらに積極的に行えるようにソフト面を充実させ、例えばパソコンによるプレゼンを使ったディベートなど理科室LANを活かした意見交流ができるようにしたい。

(3) 確かな学力の定着について

理科の学力定着面で特筆すべき点があった。愛媛県では、定着度確認のために、毎学期、県下一斉に学力テストが実施されているが、本研究に一番関わりがあった5年生については、他教科（国算社）の結果が県平均に近いのに対して、理科だけ突出した好成績をあげている。中でも、メダカ卵の成長の問題など、本研究によって、より丁寧に取り扱うことができた学習の正答率が一段と高くなっていた。

さらに、理科室LAN整備後の3月の県テストでは、学年185名のうち4割の児童が満点、学年全体の正答率も92.1%と県の平均を17%以上も上回った。(図11)多様な児童がいる公立の大規模校としては十分な成果だ。これは、本研究によって、正確な実験や継続的な観察ができるようになり、人数が多くても一人一人の児童に対して、よりわかりやすく納得できる授業を展開できたからだと考えている。

図11 県テスト(3月)の得点分布



(4) 自ら学ぶ力とコミュニケーション能力について

理科における自ら学ぶ力とコミュニケーション能力については、図12のように学年の発達段階に応じて育成を図ってきた。

図12 各学年における「自ら学ぶ力」と「コミュニケーション能力」のねらい

学年	問題解決の視点	言語表現の視点	自ら学ぶ力の観点	コミュニケーション能力の観点
3	比較	区切り 内容の要点	・似ている点や違う点に着目して、調べようとする。 ・見つけたこと、分かったことをきちんと記録する。	・区切りを考え、要点がわかるように話す。 ・相手の要点を考えながら聞く。
4	関係付け	筋道 内容の中心	・働きや時間と関係付けて、調べようとする。 ・結果を図や表、箇条書きなどでわかりやすくまとめる。	・筋道を立て、内容の中心がわかるように話す。 ・相手の要旨を頭の中でまとめながら聞く。
5	条件制御	意図・根拠 主題・要旨	・揃える条件・変える条件を整理して、調べようとする。 ・結果(事実)と考察(推論)の違いに留意してまとめる。	・論点をはっきりさせ、根拠を含めて話す。 ・相手の意図や論点を考えながら聞く。
6	推論	全体の見通し 目的別表現	・要因や規則性、関係を推論しながら調べようとする。 ・自分の考えや思いを生かして、問題解決を図る。	・場の雰囲気に応じた表現の仕方で話す。 ・相手の立場や考えを尊重しながら聞く。

今年度は、機器の導入と環境整備の方に力が入って十分には検証はできなかったが、ICT機器やネットワークのよさを活かすことで、児童自ら学ぼうとする力を刺激することができた。特に双方向に学習情報をやり取りすることによって、ネットワーク経由での学び合いを生み、ネットワーク越しでも自分の考えや認識を高め、互いの心が通じ合う喜びを実感することができた。今後は、ネットマナーやネットモラルなどもふまえて、ネットワーク独特のコミュニケーション能力についても研究し、その育成を図ってきたい。