

<実践報告>

日常生活での行動における環境指標の可視化の効果

田中俊太 長野県北佐久郡御代田町立御代田北小学校

西 正明 信州大学教育学部生活科学教育講座

The Effect of Making Environmental Indicator Visible Through  
Daily Life Behaviors

TANAKA Shunta :Miyotakita Elementary School, Miyota Town

NISHI Masaaki :Life Science Education, Faculty of Education, Shinshu University

研究の目的	日常生活での行動において、環境指標を可視化することの効果を明らかにすること。
キーワード	総合的な学習の時間、環境指標、可視化教材、交通手段
実践の目的	環境指標を可視化した環境授業の確立
実践者名	第一著者と同じ
対象者	信州大学教育学部附属長野中学校1年生（78名） 信州大学教育学部附属松本中学校1年生（34名）2年生（38名）
実践期間	2009年12月～2010年1月
実践研究の方法と経過	日常生活での行動として、京都市内の観光の巡回方法を取りあげた。このとき環境指標として、利便性とともにCO <sub>2</sub> の排出量を可視化することにして、その効果を調査した。調査は授業の事前と事後、並びにCO <sub>2</sub> 排出量を算出するのに、算出方法を示して電卓を用いる授業とVBAで視覚化した教材を用いる授業を行って、それぞれでのアンケート結果を相互に比較した。
実践から得られた知見・提言	CO <sub>2</sub> の排出量を具体的に算出して目の当たりにすることで、環境問題に対する興味関心、知識理解において、顕著な効果があることが確認された。電卓を用いる場合とVBAによる一覧表示教材を用いる場合で、その教材の違いによる上記の効果の差はほとんど認められなかった。

## 1. はじめに

現在、世界規模で地球温暖化問題が深刻化している。我が国でも地球温暖化問題に対する関心が高まり、地球温暖化への影響を考えて行動することが推進されている。しかし、全ての人が地球温暖化対策とされる行動が地球温暖化対策となり得る理由を的確に理解して行動しているとは限らない。各行動による環境負荷、影響を定量的に把握して理解しているのではなく、定性的に漠然と行動しているのではないだろうか。そこで、地球温暖化対策に対する身近な疑問を解決理解して、そのことを自分の日常生活において地球温暖化対策の視点から振り返る機会が必要である。

本研究では、地球温暖化対策とされる CO<sub>2</sub> 削減行動に対する身近な疑問を解決できる教材を開発し、その教材を用いて自分の日常生活を地球温暖化対策とされる CO<sub>2</sub> 削減行動の視点から振り返る機会を提供し、そのことの効果を検証することを目的とする。日常生活の中で移動に関する CO<sub>2</sub> 排出行動を授業で扱う題材とした。

## 2. 授業計画

地球温暖化を題材とした授業を行う際には学習者の問題解決能力や思考力、実践力を育てていけるよう、子供たちを取り巻く身近な生活とのつながりの中から発想して学んでいけるようにする必要がある。本研究では、授業のねらいを「日常生活における CO<sub>2</sub> 削減行動について交通手段に焦点を当て、なるべく CO<sub>2</sub> を出さないように移動する方法を考える場面で、自動車やバス、電車などの交通手段によって CO<sub>2</sub> 排出量や移動にかかる時間、移動の快適さが異なることに着目して、制限時間内でなるべく楽しく、かつ CO<sub>2</sub> を排出しない旅行プランを設計することを通して、より便利な行動や快適な行動はより多くの CO<sub>2</sub> を排出することがわかり、CO<sub>2</sub> の排出量と利便性の兼ね合い（トレードオフ）の視点から自分の日常生活を見返すことができる。」と設定した。学習活動の中心に移動手段ごとの CO<sub>2</sub> の排出量と移動時間を算出し、移動の快適さと併せて比較し、最善の移動手段を議論しながら考える活動と据えた。授業計画を図 1 に示す。

## 3. 環境指標の可視化教材の開発

授業を実践するために、移動における CO<sub>2</sub> 排出量を算出する教材が必要である。移動手段別の CO<sub>2</sub> 排出量の算出方法と Excel VBA を用いて開発した可視化教材について述べる。

### 3.1 移動手段別の CO<sub>2</sub> 排出量

移動手段として電車、バス、自家用車、バイク、自転車、徒歩を考える。授業ではグループ学習となるため、グループ毎の人数が異なった場合に対応するため、CO<sub>2</sub> 排出量はその移動によって排出された 1 人当たりの CO<sub>2</sub> の量である必要がある。したがって、授業では CO<sub>2</sub> 排出量を以下の式によって導くことにした。

$$\begin{aligned} & (\text{選択した移動手段で 1km 進むとき排出される CO}_2 \text{ の量}) \times (\text{移動距離}) \\ & \times (\text{必要な乗り物の台数又はグループの人数}) \div (\text{グループの人数}) \end{aligned}$$

段階	学習活動	予想される生徒の反応	◇教師の指導・援助 <span style="border: 1px solid black;">評価</span>	時間	備考
課題把握	1 地球温暖化について学習する。	ア 地球温暖化が進行すると、将来人間は絶滅してしまうかもしれないんだ。 イ 地球温暖化は CO <sub>2</sub> などの温室効果ガスの働きで起こっているんだ。	◇地球温暖化の現状と今後の予測、メカニズムについて説明する。 ◇ア、イのような反応から学習問題を設定する。	10分	地球温暖化説明用 PP
		学習問題：地球温暖化の進行を止めるためにはどうしたらいいだろう。			
		ウ 暖房やクーラーは CO <sub>2</sub> たくさん出してそうだな。 エ エコカーとかあるから、車は CO <sub>2</sub> をだしてるんだろうな。	◇日常生活のどのような場面で CO <sub>2</sub> を排出していると思うか問いかける。 ◇エのような反応をとりあげて学習課題を設定する。		
追究・実践・整理・発展		学習課題：CO <sub>2</sub> をなるべく出さないような旅行プランを設計しよう。			
	2 旅行プランを設計するゲームを行う。	オ 電車とバスならどっちのほうが速いだろう。 カ 自転車や徒歩は CO <sub>2</sub> は出さないけど、長野から京都へ移動するときは時間がかかりすぎるからダメだな。 キ バイクじゃおしゃべりできないからバスか自家用車がいいな。 ク 京都駅と本願寺は近いから、わざわざバスとか使う必要はないな。 ケ 電車やバスは他に乘っている人がたくさんいれば一人あたりの CO <sub>2</sub> 排出量は少ないけど、人数が少ないなら自家用車のほうが良かった。 コ 乗り物に乗ったほうが楽だけど CO <sub>2</sub> がたくさんでるから、短い距離なら歩いたほうがいい。 サ 交通手段によって CO <sub>2</sub> 排出量がぜんぜん違う。 シ 暖房でも設定温度をあげればあげるほど CO <sub>2</sub> を排出するんだろうな。 ス 電気もつけばなしにしてたら CO <sub>2</sub> を排出するな。 セ 自分にとって便利な行動ばかりせず、CO <sub>2</sub> の排出量にも気をつけて行動しよう。	◇ゲームのルールについて説明する。 ・グループ毎に長野～京都、京都府内を観光旅行するプランを設計する。 ・交通手段は電車、バス、自家用車、バイク、自転車、徒歩の 6 つ。 ・制限時間内に旅行する。 ・京都府内の観光名所を何箇所か回る。 ・旅行の快適さ、CO <sub>2</sub> 排出量の両方を追求する。 ◇計算教材の使い方を説明し、旅行プランの例を示す。 ◇グループ毎に旅行プランを設計する上で工夫したところをまとめるように促す。	17分	パソコン 計算教材 ワークシート
	3 グループ毎に旅行プランを発表し、工夫したところやわかったことを語り合う。		・より多くの CO <sub>2</sub> を排出するというのが移動以外の行動にないか考えるように促す。 ◇意見が出ない場合には、いくつかの例を提示し、そのような視点か	13分	地図
	4 ゲームを通してわかったことから、自分の生活を振り返る。		◇旅行するコース、移動手段、移動時間、CO <sub>2</sub> 排出量の合計を発表するように促す。 ◇ゲームを通してわかったことを板書でまとめる。 ◇より便利な行動や快適な行動はより多くの CO <sub>2</sub> を排出するというのが移動以外の行動にないか考えるように促す。 ◇意見が出ない場合には、いくつかの例を提示し、そのような視点か	10分	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>【板書計画】</b>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">学習問題</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">学習課題</div> </div> <div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ゲームのルール</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">まとめ</div> </div> </div> </div>			
		アンケートによって主眼が達成されたか評価する。			

図 1 授業計画

上式で、(選択した移動手段で 1km 進むとき排出される CO<sub>2</sub> の量) を排出係数と呼ぶこととし、移動手段ごとに排出係数を設定した。

電車における排出係数は、以下の式で求めることにした。

$$\frac{\text{(電車 1 両を 1km 動かすときに必要な消費電力量)}}{\text{(1kWh の電力を発電したときに発生する CO}_2\text{ の量)}}$$

上式で (電車 1 両を 1km 動かすときに必要な消費電力量) は京浜急行電鉄広報資料によると 2.37kWh/車両 km (露本 2010), (1kWh の電力を発電したときに発生する CO<sub>2</sub> の量) は 0.378 kg CO<sub>2</sub>/kWh (環境省 2010) である。

バス、自家用車、バイクにおける排出係数は、以下の式で求められる。

$$\frac{\text{(ガソリン又は軽油を 1 リットル燃やしたときに排出される CO}_2\text{ の量)}}{\text{(燃費)}}$$

上式で (ガソリン又は軽油を 1 リットル燃やしたときに排出される CO<sub>2</sub> の量) は、ガソリンで 2.31kg, 軽油で 2.62kg である (環境省 2010)。また、それぞれの乗り物の燃費は、バスはいすゞ自動車株式会社の大型観光バス「ガーラ」の 4.10km/ℓ (ISUZU 2010), 自家用車はトヨタのプリウスの 38km/ℓ (CarSensorLab 2010), バイクはホンダのスーパーカブの 110km/ℓ (HONDA 2010) のデータを利用した。

また、自転車と徒歩の排出係数は動力が人力であるため、0 とした。

### 3.2 可視化教材

本研究では、Excel VBA を用いて環境指標の可視化教材の開発を行った。「フォーム」を用いて、データの入出力ができるようにした (瀬戸遥 2004)。交通手段、移動距離、乗り物の台数、グループの人数を指定すると、1 人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量と移動時間が表示されるようにした。開発した教材の表示画面を図 2 に示す。交通手段の項目では、電車、バス、自動車、バイク、自転車、徒歩から交通手段を選択できるようにした。走行距離 (km)、台数 (台)、人数 (人) の項目では、直接入力するようにした。なお、台数については、授業では 1 グループ 5 人を基本としていることから、各乗り物の定員を電車 100 人、バス 40 人、自動車 5 人、バイク 1 人、自転車 1 人として計算することとした。「計算する」ボタンをクリックすると、一人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量 (kg)、時間 (h) の項目欄に計算結果が表示される。

### 3.3 教材の改善

本研究では、開発した教材を用いて信州大学教育学部附属長野中学校で授業実践を行った。その結果を踏まえてさらに教材を改善している。改善点は以下の 5 点であり、表示画面を図 3 のようにし、大きくして見やすくした。

- ① Excel 画面全体における教材のおおきさの拡大
- ② 交通手段の選択肢の電車、バスをそれぞれ貸し切りと 50 人乗り、20 人乗りに区別
- ③ 交通手段を選ぶと排出係数と速さが自動で表示
- ④ 1 人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量と時間を導く計算式を表示

⑤表示する時間の単位を時間のみでなく時間と分で表示

図2 教材の表示画面

図3 改善後の教材の表示画面

#### 4. 評価

授業実践を通して、開発した授業と開発した可視化教材についての評価を行った。

##### 4.1 授業実践

附属長野中学校と附属松本中学校で2回ずつ計4回の授業実践を行った。教材の評価を行うため、各校で一方は教材を用いた授業、もう一方は教材の代わりに電卓を用いた授業を行った。授業を行った調査対象を表1に示す。VBA教材aは図2に示した表示画面のものであり、VBA教材bは改善後の図3に示した表示画面のものである。

表1 調査対象

学校名	学年	クラス	人数	教材
附属長野中学校	1	X組	40人	VBA教材a
	1	Y組	38人	電卓教材
附属松本中学校	1	X組	34人	VBA教材b
	2	Y組	38人	電卓教材

各授業において、排出係数、移動距離、乗り物の台数、グループの人数からCO<sub>2</sub>排出量を算出した。乗り物の台数、グループの人数については、授業の導入で説明を行い、移動距離については表2の資料を配布した。電卓を用いた授業では、排出係数が必要なので表3の資料を配布した。

各授業は基本的に図1に示した授業計画に沿って行った。しかし、実際の各授業では導入が約25分、展開のゲームは約20分、まとめが5分という時間配分となった。VBA教材を使用した授業では、ノートパソコンを起動状態でグループ毎に配布した。マウスは使



用しなかった。

表 2 観光地間の移動距離

観光地	距離	観光地	距離	観光地	距離
京都駅～清水寺	3.2km	清水寺～平等院	15.1km	金閣～銀閣	7.0km
京都駅～平等院	14.0km	清水寺～二条城	5.3km	金閣～二条城	3.9km
京都駅～銀閣	7.2km	清水寺～金閣	8.9km	金閣～平等院	21.5km
京都駅～金閣	7.9km	清水寺～銀閣	5.4km	金閣～龍安寺	1.3km
京都駅～龍安寺	8.4km	清水寺～龍安寺	9.5km	金閣～天龍寺	7.4km
京都駅～天龍寺	10.3km	清水寺～天龍寺	11.4km	銀閣～二条城	7.3km
京都駅～二条城	4.2km	二条城～平等院	17.8km	銀閣～平等院	18.3km
平等院～龍安寺	21.9km	二条城～龍安寺	4.5km	銀閣～龍安寺	7.9km
平等院～天龍寺	22.9km	二条城～天龍寺	7.5km	銀閣～天龍寺	12.6km
龍安寺～天龍寺	6.3km				

表 3 交通手段ごとの排出係数と速度と定員

	排出係数 (kg)	速度 (km/h)	定員 (人)
自動車	0.06	60	5
バス	0.63	60	40
電車	0.91	100	100
バイク	0.02	60	1
自転車	0	10	1
徒歩	0	4.8	1

#### 4.2 評価方法

授業の最初と最後に事前と事後のアンケート調査を行い、その結果をカイ二乗検定によって有意差を検証し、授業と教材について評価した。授業の評価では、導入、まとめ、ゲーム内容、興味・関心、知識・理解の 5 点、教材の評価では、教材の操作性、見やすさ、アイディアの 3 点についてそれぞれ質問した。質問項目を表 4 と表 5 に示す。表 4 と表 5 はほぼ同じであるが、附属松本中学校の質問項目ではより教材の有効性を確かめやすくするため、質問項目を増やしている。また、知識・理解を問う質問も教材の改善にあわせて 4 択から 6 択としている。

評価は授業については、同一クラスの事前と事後のアンケートを比較した。教材については、まず可視化教材を使用したクラスと使用しなかったクラスの事前アンケートの質問項目について有意差がないことを確認した後、事後アンケートを比較した。また、教材を使用したクラスのための質問項目については、平均点が 3.5 点以上を肯定的と評価した。

#### 4.3 授業についての評価

興味・関心と知識・理解の 2 点について同一クラスの事前アンケートとそれに対応する事後アンケートをカイ二乗検定により比較することで評価した。事後アンケートのみの項目

表 4 附属長野中学校での授業実践における質問項目

区分	クラス	質問項目	形式	観点
事前	全	Q01 自分の便利さや快適さとCO2の排出量とのバランスについて考えたことがある。 Q02 地球温暖化の仕組みや現状について知っている。 Q03 便利さや快適さだけでなく、CO2排出量を考えて行動したい。 Q04 自分の行動がどのくらいCO2を排出するかを考えたことがある。 Q05 5人で50kmを移動する場合、1人あたりのCO2排出量が一番少ないのは次のうちどれでしょう。 ①自動車 ②電車 ③バス ④バイク	4件法	興味関心
			4択	知識理解
事後	全	Q01 地球温暖化の説明はわかりやすかった。 Q02 旅行プランを考えるゲームの説明はわかりやすかった。 Q03 計算システムの使い方の説明はわかりやすかった。 Q04 グループで議論したことで考えが深められた。 Q05 自分の行動がどのくらいCO2を排出するかを考えるきっかけになった。 Q06 旅行プランを考えるとときにCO2を計算したことは役に立った。 Q07 交通手段の選択は適切だと思う。 Q08 旅行先の選択は適切だと思う。 Q09 旅行プランを考えたことで、CO2の排出量と便利さや快適さの関係がよくわかった。 Q10 もっとCO2排出量と自分の便利さや快適さのバランスの良い旅行プランを考えたい。 Q11 便利さや快適さだけでなく、CO2排出量を考えて行動したい。 Q12 移動以外の行動で排出されるCO2の量についても知りたい。	4件法	導入
	1X	Q13 計算システムの画面は見やすいと思う。		まとめ
	全	Q14 計算システムの操作は簡単だと思う。		ゲーム内容
		Q15 計算システムをもっとこうしたら良くなるというアイデアがあれば教えてください。		
	1X	Q16 5人で50kmを移動する場合、1人あたりのCO2排出量が一番少ないのは次のうちどれでしょう。 ①自動車 ②電車 ③バス ④バイク	自由記述 4択	興味関心
	1X			見やすさ
	1X			操作性
	全			アイデア
				知識理解

表 5 附属松本中学校での授業実践における質問項目

区分	クラス	質問項目	形式	観点
事前	全	Q01 自分の便利さや快適さとCO2の排出量とのバランスについて考えたことがある。 Q02 地球温暖化の仕組みや現状について知っている。 Q03 便利さや快適さだけでなく、CO2排出量を考えて行動したい。 Q04 自分の行動がどのくらいCO2を排出するかを考えたことがある。 Q05 ( )内の乗合車で50kmを移動する場合、1人あたりのCO2排出量が一番少ないのは次のうちどれでしょう。 ①自動車 (1台5人) ②電車 (1車両5人) ③電車 (1車両50人) ④バス (1台5人) ⑤バス (1台20人) ⑥バイク (1台1人)	4件法	興味関心
			6択	知識理解
事後	全	Q01 地球温暖化の説明はわかりやすかった。 Q02 旅行プランを考えるゲームの説明はわかりやすかった。 Q03 計算システムの使い方の説明はわかりやすかった。 Q04 計算の仕方の説明はわかりやすかった。 Q05 グループで議論したことで考えが深められた。 Q06 全体で発表しあったことで考えが深められた。 Q07 自分の行動がどのくらいCO2を排出するかを考えるきっかけになった。 Q08 旅行プランを考えるとときにCO2を計算したことは役に立った。 Q09 交通手段の選択は適切だと思う。 Q10 旅行先の選択は適切だと思う。 Q11 旅行プランを考えたことで、CO2の排出量と便利さや快適さの関係がよくわかった。 Q12 もっとCO2排出量と自分の便利さや快適さのバランスの良い旅行プランを考えたい。 Q13 便利さや快適さだけでなく、CO2排出量を考えて行動したい。 Q14 移動以外の行動で排出されるCO2の量についても知りたい。	4件法	導入
	1X	Q15 計算システムの画面は見やすいと思う。		まとめ
	2Y	Q16 計算システムの操作は簡単だと思う。		ゲーム内容
	全	Q17 電卓での計算は簡単だと思う。 Q18 移動時間を出す計算は簡単だった。 Q19 計算システムをもっとこうしたら良くなるというアイデアがあれば教えてください。 Q20 ( )内の乗合車で50kmを移動する場合、1人あたりのCO2排出量が一番少ないのは次のうちどれでしょう。 ①自動車 (1台5人) ②電車 (1車両5人) ③電車 (1車両50人) ④バス (1台5人) ⑤バス (1台20人) ⑥バイク (1台1人)	自由記述 6択	興味関心
	1X			見やすさ
	1X			操作性
	2Y			
	全			アイデア
	1X			知識理解
	全			

については平均点で評価した。Q01、Q02、Q04の回答結果から、全てのクラスにおいて授業前より授業後の方が興味・関心が向上していることが有意差1パーセント以下で言える。Q03の結果からは、松本中学校1年X組以外の3クラスにおいて授業前より授業後の方が興味・関心が向上していることが有意差5パーセント以下で言える。Q05の結果からは、長野中学校1年X組以外の3クラスにおいて授業前より授業後の方が知識・理解が向

上していると有意差1パーセント以下で言えている。

事後アンケートのみの質問項目の回答結果を検証した結果、長野中学校1年X組 Q03、松本中学校1年X組 Q02、Q03、Q08、Q09、Q10、Q11、Q14、松本中学校2年Y組 Q11において、肯定的な評価が得られた。

#### 4.4 環境指標の可視化教材の評価

評価は、①長野中学校1年X組と1年Y組、②松本中学校1年X組と2年Y組、③長野中学校1年Y組と松本中学校1年X組、④長野中学校1年X組と松本中学校1年X組の4つの組み合わせについて行った。可視化教材を使用したクラスと使用しなかったクラスの事前アンケートの比較検証から有意差のないことが確認され、比較集団は類似しているといえる。以下に事後アンケートの比較検証結果を示す。

##### ①長野中学校1年X組と1年Y組での比較結果

附属長野中学校の実践授業において、使用した教材が電卓と可視化教材の場合を比較検証した結果、Q09については環境指標の可視化教材を使用していないクラスの方が使用したクラスより効果があったことが有意差5パーセント以下で言え、その他の質問については有意差が認められなかった。

##### ②松本中学校1年X組と2年Y組での比較結果

附属松本中学校の実践授業において、使用する教材が電卓と可視化教材の場合を比較検証した結果、全ての質問項目について有意差は認められなかった。Q01については、全ての回答が3又は4となったため有意差はないと判断した。

##### ③長野中学校1年Y組と松本中学校1年X組での比較結果

長野中学校1年Y組（電卓）と松本中学校1年X組（可視化教材）の実践授業で比較検証した結果、全ての質問項目について有意差は認められなかった。なお、Q01については全ての回答が3又は4であったため、有意差はないと判断した。

##### ④長野中学校1年X組と松本中学校1年X組での比較結果

長野中学校1年X組（可視化教材）と松本中学校1年X組（改善後可視化教材）の実践授業について比較検証した結果、Q10/Q12、Q12/Q14、Q13/Q15については改善した教材を使用した授業の方が図2に示した教材を使用した授業よりも効果があることが有意差5パーセント以下で言えることが確認された。その他の質問では有意差が認められなかった。

##### ⑤教材を使用したクラスのみ質問項目についての結果

<4件法での質問項目の結果> 検証した結果、長野中学校1年X組のQ03、松本中学校1年X組のQ03、Q15については肯定的な評価が得られた。

##### <自由記述>

自由記述の内容を表6と表7に示す。表6の記述内容を参考にして改善し、2回目の授業を实践した。このときの記述内容が表7であり、改善し尽くされていないと判断される。



表 6 長野中学校 1 年 X 組

0. ??時間というのを何分に表示すれば良いと思う。  
画面の拡大。  
もう少し大きめに作ってくれれば、見やすいかなあとします。  
移動手段を入力したら、それに合わせた数字がある程度自動で出るようにすればいいと思う。  
使いやすかったです！  
マウスを使う！  
文字をもう少し大きくして欲しい。  
時間（1 時間、分、（秒））などに変換させる。  
時間から分への変換が自動。

表 7 松本中学校 1 年 X 組

よかった。  
乗っている人数の種類。  
1 人 1 台ずつパソコンを置けばよくなると思う。  
今のままでいいと思います。分かりやすかったです。使いやすかったです！  
画面をもう少し大きくしたらどうでしょう。  
移動距離も選択であってほしかった。  
マウスがあった方がやりやすい。  
何台でいくか自動で出せばいいと思う。  
オールクリアができるといちいち数字を消さなくて済む。速度も変えられるといいと思う。  
最高によかったと思います！！  
もっと大きく。  
もっとわかりやすく！  
交通手段を増やす。  
もう少し選択肢を増やす。場所を川や湖があるところがいい。  
わかりやすかったので、今ので OK だと思います。

## 5. おわりに

地球温暖化対策とされる CO<sub>2</sub> 削減行動に対して CO<sub>2</sub> 排出量の算出を行って考える授業実践を行った。検証結果を以下にまとめる。

開発した授業の評価は、導入、まとめ、ゲーム内容、興味・関心、知識・理解の 5 点から行った。興味・関心、知識・理解については、ほぼ全ての実践、質問項目において授業前と授業後に有意差が認められたことから、開発した授業は生徒の興味・関心、知識・理解を育むのに有効であったといえる。導入の評価は長野中学校 1 年 X 組、松本中学校 1 年 X 組では一部肯定的な評価が得られたが、全体としてはあまり肯定的な評価を得られなかった。まとめの評価は全ての実践で肯定的な評価は得られなかった。ゲーム内容の評価は松本中学校 1 年 X 組では概ね肯定的、松本中学校 2 年 Y 組では一部肯定的な評価が得られたが、長野中学校での実践では肯定的な評価が得られなかった。以上より、興味・関心、知識・理解については有効性を確認できたことから、授業の内容については適切で効果的であったと考えられる。このことより、生徒は授業を通して得た興味と知識を用いて授業

のねらいである自分の日常生活を地球温暖化対策となるとされる CO<sub>2</sub> 削減行動の視点から振り返ることを達成できたものと期待できる。しかし、導入、まとめ、ゲーム内容についてはあまり肯定的な評価を得られなかったので、授業の構成には改善すべき課題があると考えられる。その理由として、授業時間の配分が適切に行えなかったこと、予定した時間に対してゲーム内容が多過ぎたことが考えられる。このことから、今後は授業時間の検討やゲーム内容の簡略化に向けての検討が必要であると考えられる。

環境指標の可視化教材の評価は、教材の操作性、見やすさ、構成の3点と、教材の利便性として、教材が授業に及ぼす影響を評価した。まず、教材の構成については、1回目の授業での意見をもとに、より扱いやすくなるように改善したが、2回目の授業の評価からは、画面の大きさの改善、移動距離・台数の表示方法の改善、オールクリアの導入などで改善の余地があることが明らかになった。教材の操作性については、全ての実践で肯定的な評価が得られなかった。教材の見やすさについては、松本中学校1年X組の実践では肯定的な評価が得られた。教材の利便性は、ほぼ全ての実践・質問項目で有意差が見うけられなかったことから肯定的な評価は得られなかったと考えられる。以上より、教材の見やすさについては改善後の教材が肯定的な評価を得られたので適切であると考えられる。しかし、教材の利便性・操作性が肯定的な評価を得ることが出来なかったことから、電卓利用に比較して、教材としての有効性が不十分であると考えられる。その原因として、操作性の低さ、教材を使用するゲームの時間不足が考えられる。このことから、今後は教材の改善や教材を使用するゲームの時間を十分確保できるような授業構成の改善が必要であると考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたりご協力くださいました附属長野中学校田中清治教諭、附属松本中学校宮下明浩教諭、並びに両附属中学校の生徒たちに感謝致します。

## 文献

CarSensorLab, 燃費ランキング, <http://navi.carsensorlab.net/nenpi/> (2010.2.15)

HONDA, <http://www.honda.co.jp/news/2008/2080723-cub.html> (2010.2.15)

ISUZU, [http://www.isuzu.co.jp/press/2006/7\\_5gala.html](http://www.isuzu.co.jp/press/2006/7_5gala.html) (2010.2.15)

環境省, 事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン (試案 ver1.5),

<http://www.env.go.jp/policy/chie-no-wa/download/0502/0502d-2.pdf> (2010.2.15)

瀬戸遥, 2004, 10日でおぼえる ExcelVBA 入門教室 2003 対応, 翔泳社

露本伊佐男, 鉄道、バスは環境にやさしいか?,

<http://homepage3.nifty.com/tsuyu/column/tetukan.html> (2010.2.15)

(2010年6月30日 受付)